

TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Rakennus- ja maanmittaustekniikan osasto

**Nina Rokka**

**Talonrakennuksen betonipintojen  
tasoitusmenetelmät ja -materiaalit**

Diplomityö, joka on opinnäytteenä jätetty  
tarkistettavaksi diplomi-insinöörin tutkintoa  
varten Espoossa 21.9.1993.

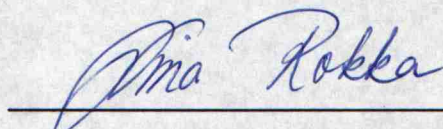


## ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Teknillisen korkeakoulun rakennustekniikan osastolla Haka Oy:n toimeksiannosta. Tutkimus on osa laajempaa rakentamisajan lyhentämiseen tähtäävää kehittämisprojektia.

Työtä tehdessäni olen vieraillut työmailla ja yrityksissä ja haastatellut lukuisia tasoitusalalan ammattilaisia. Haluankin esittää lämpimät kiitokseni kaikille niille henkilöille, jotka ovat jakaneet tietämyksensä kanssani. Lisäksi kiitän työn valvojaa Vesa Penttalaa, ohjaaja Aarne Maijalaa sekä lab.ins. Karri Mäkistä kärsivällisestä ja kannustavasta asenteesta diplomityötäni kohtaan. Kimmo Olssonille esitän kiitokset avusta kriittisenä oikolukijana.

Espoossa, 21.9.1993



---

Nina Rokka



Tekijä:	Nina Rokka		
Diplomityö:	Talonrakennuksen betonipintojen tasoitusmenetelmät ja -materiaalit		
Päivämäärä:	21.09.1993	Sivumäärä:	81 + 40
Professuuri:	Betonitekniikka	Koodi:	Rak-82
Valvoja:	Prof. Vesa Penttala		
Ohjaaja:	Dipl.ins. Aarne Maijala		

Tutkimuksen aiheena on sisäpuolisten betonipintojen lattia- ja seinätasoitustyöt asuin-, toimisto- ja liikerakennuksissa. Aiheen tarkastelu on kolmijakoinen: tasoitustöille asetettavat vaatimukset, tasoitustöiden nykykäytäntö sekä kehitysmahdollisuudet. Tutkimuksen yhteenvedona on laadittu Hakan tasoitusohje.

Tasoitustöille asetettavat yleiset vaatimukset kohdistuvat sekä tasoitettavan alustan että valmiin pinnan tasaisuustoleransseihin ja muihin laatutekijöihin. Lisäksi tilan tuleva käyttötarkoitus rajoittaa materiaalivalintoja. Haka asettaa pääurakoitsijan ominaisuudessa tasoitustöille tuotannollisia vaatimuksia, joita ovat asiakirjoja vastaavan lopputuloksen aikaansaaminen sekä työ- ja materiaalimenekkien hallinta.

Lattia- ja seinätasoitustyöt kuuluvat eri urakoihin, koska työmenetelmät ja välineet poikkeavat toisistaan ja työt suoritetaan eri aikoina. Seinät ja sisäkatot tasoitetaan yleensä ruiskuttamalla käyttäen nk. hiekkatasoitteita. Lattiat tasoitetaan pääsääntöisesti pumppaamalla käyttäen itsestään tasoituvaa tasoitetta. Tasoitemateriaalit voidaan jaotella pääsideaineen, täyttökyvyn, kosteudenkesto-ominaisuuden ja työtavan perusteella. Kipsin käyttö on yleistynyt varsinkin saneerauskohteissa.

Nykyisillä työmenetelmillä ja materiaaleilla pystytään valmiista tasoitepinnasta saamaan aikaan sellainen, että se täyttää yleiset laatuvaatimukset ja vastaa rakennuksen käyttäjän käsitystä hyvästä lopputuloksesta. Ongelmaksi sen sijaan on muodostunut tasoitustöiden määrä ja siihen kulunut aika. Keinoja työajan lyhentämiseen ovat tasoitettavien alustojen parantaminen, tehokas työnjärjestely ja valvonta sekä oikeat materiaali- ja työmenetelmävalinnat. Betonielementtien pinnat laatuun ja suorustoleransseihin voidaan elementtitehtaalla vaikuttaa valamisvaiheessa, jälkihoidolla ja oikealla varastoinnilla. Valvonnan ja ohjauksen tärkeys korostuu elementtien asennusvaiheessa, jotta vältytään ylimääräisiltä jälkitöiltä. Muita tasoitustöihin liittyviä kehitysmahdollisuuksia ovat työselitykset, laadunvarmistus sekä saneerauskohteiden erityisvaatimukset.

Tutkimuksen päätulos on Hakan tasoitusohje, joka on laadittu tasoitustöiden suunnitteluun, ohjaukseen ja valvontaan osallistuvien henkilöiden käyttöön. Ohjeeseen on koottu kaikki tasoitustöihin liittyvät viralliset ohjeet ja vaatimukset, kuten toleranssit. Ohjeeseen on lisäksi koottu tiedot oikeista työskentelyolosuhteista ja tasoitemateriaaleista. Markkinoilla olevista tuotteista on laadittu taulukko, jonka perusteella voidaan valita kuhunkin työkohteeseen soveltuvat tasoitevaihtoehdot.



Author:	Nina Rokka	
Thesis:	The working methods and materials of screeding and rendering work on interior concrete surfaces	
Date:	21.09.1993	Number of pages: 81 + 40
Professorship:	Concrete technology	Code: Rak-82
Supervisor:	Prof. Vesa Penttala	
Instructor:	M.Sc. Aarne Maijala	
<p>The subject of this research is screeding and rendering work on interior concrete surfaces in dwelling houses, office and business buildings. The examination of the subject is tripartite: the requirements, the present practice and developing possibilities of screeding and rendering work. As a summary of this research has been composed a screeding and rendering instruction to be used in Haka.</p> <p>The requirements associated with screeding and rendering work are directed to tolerances and other quality factors of concrete surfaces and completed walls and floors. Besides this the future using purpose of the room confines material selections. As a maincontractor Haka sets productivity requirements which are successful result and controlled work and material consumption.</p> <p>Screeding and rendering works belong to two different contracts, because working methods and equipments are different and because jobs are separated. Sprayable sand fillers are generally used on walls and ceilings. Floors are levelled by pumping using self-smoothing screeds. Thin wall plasters and screeds can be classified on the ground of binders, filling ability, humidity resistance and working method. The use of gypsum has increased especially in re-fitting works.</p> <p>A surface meeting all quality requirements and expectations of the client can be accomplished with present working methods. The main problem is the amount and time of screeding and rendering work. The ways to reduce working time are improving the concrete surfaces, efficient organizing and control and right choices of materials and working methods. The tolerances and other qualities of precast concrete blocks can be influenced by casting, curing and right storing measures. The importance of control emphasizes in the installing of the blocks. Other development possibilities associated with screeding and rendering work are specifications, quality assurance and re-fitting.</p> <p>The main result of this research is Haka screeding and rendering instruction, which has been composed for those taking part in planning and controlling of screeding and rendering work. The instruction comprises all the official requirements associated with screeding and rendering work such as tolerances. The instruction includes also information of the right working conditions and materials. Products on the market has been collected to a table, so that the right screed or thin wall plaster can be selected.</p>		

129



**ALKUSANAT**  
**TIIVISTELMÄ**  
**ABSTRACT**  
**SISÄLLYSLUETTELO**

<b>1.</b>	<b>Johdanto</b>	
1.1	Tutkimuksen lähtökohta . . . . .	7
1.2	Tutkimuksen sisältö ja rajaus. . . . .	8
<b>2.</b>	<b>Tasoitustöille asetettavat vaatimukset</b>	
2.1	Yleistä . . . . .	9
2.2	Tasoitustöihin liittyvät yleiset ohjeet	
2.2.1	Valmiille pinnalle asetetut vaatimukset . . . . .	10
2.2.2	Tasoitettavalle alustalle asetetut vaatimukset . . . . .	11
2.2.3	Tilakohtaiset vaatimukset . . . . .	20
2.3	Hakan vaatimukset	
2.3.1	Asiakirjoja vastaava lopputulos . . . . .	22
2.3.2	Työ- ja materiaalimenekkien hallinta . . . . .	24
2.3.3	Tasoitemateriaaleille asetetut vaatimukset . . . . .	25
<b>3.</b>	<b>Nykyiset tasoitusmenetelmät ja -materiaalit</b>	
3.1	Tasoitemateriaalit	
3.1.1	Jako pääsideaineen mukaan . . . . .	29
3.1.2	Jako täyttökivyn mukaan . . . . .	33
3.1.3	Jako kosteudenkesto-ominaisuuden mukaan . . . . .	35
3.1.4	Jako levitystavan mukaan . . . . .	35
3.1.5	Jako sekoitustavan mukaan . . . . .	36
3.1.6	Pohjustusaineet . . . . .	37
3.2	Tasoitustyön suoritus	
3.2.1	Työvaiheet . . . . .	38
3.2.2	Työmenetelmät ja -välineet . . . . .	42
3.2.3	Työkunnat . . . . .	45



3.3	Tasoitustöiden aikataulu ja kustannukset	
3.3.1	Tasoitustöiden liittyminen muihin töihin . . . . .	46
3.3.2	Tasoitustöiden suoritusajankohta ja kesto . . . . .	47
3.3.3	Tasoitustöiden kustannukset . . . . .	49
3.4	Vaatimusten täyttyminen nykyisillä menetelmillä . . . . .	50
<b>4.</b>	<b>Tasoitustöihin liittyvät kehitysmahdollisuudet</b>	
4.1	Suunnittelun kehittäminen	
4.1.1	Työselitykset . . . . .	53
4.1.2	Elementtisuunnittelu . . . . .	54
4.2	Betonielementtien laadun parantaminen	
4.2.1	Valutekniset keinot . . . . .	56
4.2.2	Betonipintojen jälkitöiden vähentäminen . . . . .	57
4.2.3	Toleranssien tiukentaminen . . . . .	61
4.3	Sisävalmistusvaiheen keston lyhentäminen	
4.3.1	Rakennuskosteuden hallinta . . . . .	63
4.3.2	Rakennuksen kuivattaminen . . . . .	68
4.3.3	Töiden valvonta ja ajallinen ohjaus. . . . .	70
4.4	Saneerauksessa huomioitavia seikkoja . . . . .	71
<b>5.</b>	<b>Yhteenveto . . . . .</b>	<b>74</b>

## Lähdeluettelo

**Liite: Hakan tasoitusohje**



## 1. Johdanto

### 1.1 Tutkimuksen lähtökohta

Talonrakennuksen tasoitustyöt sijoittuvat sisävalmistusvaiheen alkuun ja töiden tahdistavasta luonteesta johtuen aikatauluun muodostuu helposti kriittinen työvaihe. Tasoitustöiden aloitusajankohta on riippuvainen useasta edeltävästä työvaiheesta, ja runkovaiheen viivästykset heijastuvat suoraan sisävalmistusvaiheeseen. Aikataulun kiinnikurominen kuivumisaikojen kustannuksella muodostaa riskin tasoitustöiden onnistumiselle ja edelleen kalusteasennusten ja pintojen viimeistelytöiden ajoitukselle.

Tasoitustöiden merkitys korostuu aikataulussa pysymisen ohella rakennuksen laatuvaatimuksissa. Lopullinen asiakas eli rakennuksen käyttäjä muodostaa subjektiivisen käsityksensä rakennuksen laadusta näkyvien pintojen perusteella. Onnistunut lopputulos luodaan tasoitustöiden avulla, jotka tuovat lopullisen pinnoitteen tai päällysteen toivotut ominaisuuden esiin.

Huolimatta tasoitustöiden kiistattomasta asemasta ei kyseisiä työvaiheita ja niihin liittyviä seikkoja ole mainittavammin tutkittu. Tasoitustöitä koskevaa kirjallisuutta on niukasti, ja liian usein oppi kulkee työmaalla kantapään kautta. Käytännön ongelmat liittyvät materiaalivalintoihin, kuivumisaikoihin, urakkarajoihin, yleiseen töiden järjestelyyn sekä laadunvarmistukseen, joihin nuorilla työnjohtajilla ei välttämättä ole riittävää kokemusta.

Tutkimuksen lähtökohta on osa laajempaa kehityskokonaisuutta, mikä tähtää rakennusajan lyhentämiseen. Tavoitteeksi on asetettu sisävalmistusvaiheen lyhentäminen puoleen, mikä vastaisi neljännestä koko rakennusajasta. Kyseisen hypoteesin toteutuminen edellyttäisi luopumista koko tasoitustyövaiheesta, mikä nykyisellä rakentamistyyllillä on kuitenkin mahdotonta. Tämän tutkimuksen yhtenä tavoitteena on selvittää ne mahdollisuudet, joilla rakennuksen viimeistelyvaihetta voitaisiin nopeuttaa.



## 1.2 Tutkimuksen sisältö ja rajaus

Tutkimuksessa käsitellään asuin-, toimisto- ja liikerakennusten lattioiden sekä seinä- ja kattopintojen tasoitustöitä. Teollisuusrakennuksissa käytetään enemmän kulutusta ja suuria rasituksia kestäviä epoksinnoitteita kuin varsinaisia tasoitteita, joten tämän rakennustyyppin tarkastelu on rajattu aiheen ulkopuolelle. Tutkimuksessa keskitytään lähinnä uudisrakennusten sisäpuolisiin betonipintoihin, koska ulkopuoliset työt kuuluvat eri urakkaan ja betonin hidas kuivuminen aiheuttaa levypintoja enemmän ongelmia. Tarkastelun pääpaino on elementtirakentamisessa, mutta tutkimuksessa sivutaan myös paikallavalu- ja korjausrakentamisen ongelmakohtia.

Aiheen käsittely on kolmijakoinen: tasoitustöitä koskevat vaatimukset, nykykäytäntö sekä kehitysmahdollisuudet. Koska lattia- ja seinätasointustyöt ovat erillisiä työvaiheita, käsitellään näitä urakoita selvyiden vuoksi rinnakkain tekstissä. Tasoitustöiden reunaehdot muodostuvat niin valmista pintaa kuin tasoitettavaa alustaa koskevista yleisistä ohjeista, jotka noudattelevat hyvän rakentamistavan periaatteita. Näiden lisäksi rakennusliike asettaa tasoitustöille tuotannollisia vaatimuksia, joita ovat asiakirjoja vastaava lopputulos sekä työ- ja materiaalimenekkien hallinta. Jotta voitaisiin todeta, täytyvätkö vaatimukset nykyisillä menetelmillä, on kirjallisuuden, haastatteluiden ja työmaaseurannan avulla perehdytty tasoitustöiden tämän hetkiseen tilaan. Tutkimuksessa on selvitetty käytössä olevat materiaalit, työmenetelmät ja -välineet, työvaiheet ja niiden järjestys sekä työ kuntien kokoonpano. Lisäksi on tutkittu tasoitustöiden kustannuksia ja aikatauluja. Havaittujen epäkohtien pohjalta on laadittu kehitys- ja parannusehdotuksia koskien tasoitustöihin liittyvää suunnittelua, töiden valvontaa sekä tasoitettavien alustojen laadun parantamista. Tutkimuksessa on pohdittu elementtitehtaiden mahdollisuuksia vaikuttaa tasoitustöiden määrään ja saneerauskohteissa huomioonotettavia seikkoja.

Tutkimuksen yhteenvedona on laadittu Hakan tasoitusohje, joka on kohdistettu tasoitustöiden työnjohto- ja suunnittelutehtäviin osallistuville henkilöille. Ohje käsittelee tasoitustöiden vaatimuksia, työmaalla suoritettavia katselmuksia sekä erilaisia tasoitemateriaaleja ja niiden ominaisuuksia. Tasoitusohjeen avulla pyritään minimoimaan virheiden ja vaurioiden mahdollisuudet, parantamaan töiden sujuvuutta sekä varmistamaan lopputuloksen oikea laatu.



## 2. Tasoitustöille asetettavat vaatimukset

### 2.1 Yleistä

Tasointteiden käyttö talonrakennustekniikassa yleistyi 1970-luvulla elementtitekniikan kehittymisen myötä. Betonipintojen parantuessa alettiin lattioiden pintabetonointia ja seinien rappausta korvata tasoittamalla, mikä osoittautui huomattavasti nopeammaksi ja tehokkaammaksi työtavaksi. Tasointus ei ole kuitenkaan kokonaan syrjäyttänyt perinteisiä työtapoja, sillä tasointteet eivät sovellu kaikkiin kohteisiin. Laastirappaus puoltaa edelleenkin paikkaansa suurissa oikaisutöissä ja pintabetonin käyttö on perusteltua raskaasti kuormitetuilla lattioilla.

Tasointteiden tehtävänä on luoda varsinaiselle viimeistelymateriaalille sellainen alusta, että sen toivotut ulkonäköominaisuudet pääsevät esiin. Materiaaliominaisuuksiin kuuluvat lisäksi vaatimukset riittävästä tartunnasta ja yhteensopivuudesta alustan ja päällysteiden kiinnittämiseen käytettävien liimojen kanssa. Tasointteiden on säilytettävä koostumuksensa homogeenisena ja toimittava neutraalina kerroksena betonin ja pinnoitteen välissä. (Johansson, s.2)

Tasointteiden käyttö on nykyään runsasta, mikä johtuu tiukentuneista laatuvaatimuksista. Asiakas eli rakennuksen käyttäjä havaitsee viime kädessä ainoastaan näkyviin jäävät pinnat, joiden mukaan hän muodostaa käsityksensä rakennuksesta. Hyvinkään tehty runko ei pelasta tilannetta, jos sisävalmistuksessa on puutteellisuuksia tai virheitä. Toisaalta liian usein runkovaiheen laiminlyöntejä joudutaan korjaamaan tasointteilla, joiden ominaisuudet eivät välttämättä sovellu suuriin täyttöihin.

Rakenteellisesti ajatellen kestävin ja vahvin ratkaisu olisi pintamateriaalin kiinnittäminen suoraan betonipinnalle ilman tartuntaa heikentäviä tasoitekerroksia. Sisäpinnoille asetettuja laatuvaatimuksia sileyden ja suoruuden suhteen on kuitenkin vaikea toteuttaa runkovaiheessa nykyiselläkään elementtitekniikalla. Viimeistään elementtien saumavalut vaativat viimeistelyä, joten tasointteita vaaditaan täyttämään aukko tavoitellun lopputuloksen ja rakennustoleranssien välillä.



Tasoitustöitä ohjaavat sekä hyvän rakentamistavan mukaiset yleiset suositukset ja ohjeet että Hakan vaatimukset pääurakoitsijan ominaisuudessa. RT-ohjekortit ja -käsikirjat sekä Suomen Betoniyhdistyksen ohjejulkaisut määrittelevät tasoitettavalle alustalle ja valmiille tasoitepinnalle minimivaatimukset koskien suoruustoleransseja, pinnan laatutekijöitä ja kosteusolosuhteita. Pääurakoitsija asettaa tasoitustöille työ- ja materiaa- limenеккеjä sekä lopputuloksen laatua koskevia tuotannollisia vaatimuksia.

## 2.2 Tasoitustöihin liittyvät yleiset ohjeet

### 2.2.1 Valmiille pinnalle asetetut vaatimukset

Lopullisen sisäpinnan tulee täyttää rakennukselle asetetut toimivuus-, ulkonäkö-, lujuus-, yhteensopivuus- ja viranomaisvaatimukset. Tasoitteiden osalta tämä vaatii yhteensopivuutta alustan, pintamateriaalien, työmenetelmien ja tilan käyttöympäristön kanssa.

Rakennustöiden yleisissä laatuvaatimuksissa -90 esitetään tasoitustöitä koskevia vaatimuksia luvussa 27, joka jakaantuu kahteen osaan: tasoitteita ja tasoitustöitä koskeviin yleisiin vaatimuksiin ja rakennusosakohtaisiin vaatimuksiin. Viimeksi mainitussa osassa esitetään seinien, kattojen ja lattioiden tasaisuudelle yksityiskohtaiset toleranssit, joita sovelletaan lähinnä uudisrakentamiseen. Toleranssit on esitetty taulukoissa 1, 2 ja 3.

*Taulukko 1. Tasoitettun seinän tasaisuusvaatimukset (RYL-90, s.249).*

Mittauksen kohde	Mittauspituus mm	Suurin sallittu poikkeama mm	
		Luokka 1	Luokka 2
Seinän tasaisuus	2000	± 3	± 5
Tasoitettu seinä toisiin rakennusosiin tai pintoihin rajoituessaan	2000	± 2	± 4

*Luokka 1 (vaativa): Maalattavat tai ohuen tapetin alustaksi tarkoitetut seinät.*

*Luokka 2 (tavanomainen): Kankaan tai paksun tapetin alustaksi tarkoitetut seinät.*



*Taulukko 2. Tasoitetun katon tasaisuusvaatimukset (RYL-90, s.250).*

Mittauksen kohde	Mittauspituus mm	Suurin sallittu poikkeama mm	
		Luokka 1	Luokka 2
Katon tasaisuus	2000	± 3	± 5
Tasoitettu katto toisiin rakennusosiin tai pintoihin rajoituksaan	2000	± 2	± 4

*Luokka 1 (vaativa): Sileät, esimerkiksi maalattavat katot.*

*Luokka 2 (tavanomainen): Ruiskupinnat.*

*Taulukko 3. Tasoitetun lattian tasaisuusvaatimukset (RYL-90, s.250).*

Mittauksen kohde	Mittauspituus mm	Suurin sallittu poikkeama mm	
		Luokka 1	Luokka 2
Hammastus		0	0
Tasoitettu lattia	2000	± 3	± 4

*Luokka 1 (vaativa): Päälyste edellyttää alustaltaan hyvää tasaisuutta esim. parketti.*

*Luokka 2 (tavanomainen): Tavallinen mattopäälyste.*

Tasaisuuden mittaus suoritetaan ohjekortissa RT 14-10373 "Tasaisuuden mittaus" esitetyllä mittalaudalla ja kiilalla.

### 2.2.2 Tasoitettavalle alustalle asetetut vaatimukset

Lattia- ja seinäpäälysteet ratkaisevat lopullisesti sen, miltä rakennus tulee näyttämään sisältäpäin. Alustan tehtävänä on antaa peräänantamaton ja rikkoutumaton tuki päälysteelle siten, ettei esimerkiksi liiallinen kosteus aiheuta muutoksia päälysteessä ja sen kiinnityksessä. Ulkoisten kuormien lisäksi alustan tulee kestää päälysteiden lämpö- ja kosteusliikkeistä aiheutuvat jännitykset.

Tasoitettavan alustan tyyppi ja laatu vaikuttavat työmenetelmien ja materiaalien valintaan sekä tasoitemenekkeihin. Myös rungon mittatarkkuus vaikuttaa materiaali- menekkien suuruuteen. Alustan laatuvaatimukset koskevatkin lähinnä rakentamistoleransseja, pintojen tasaisuutta ja sileyttä sekä kosteuspitoisuutta.

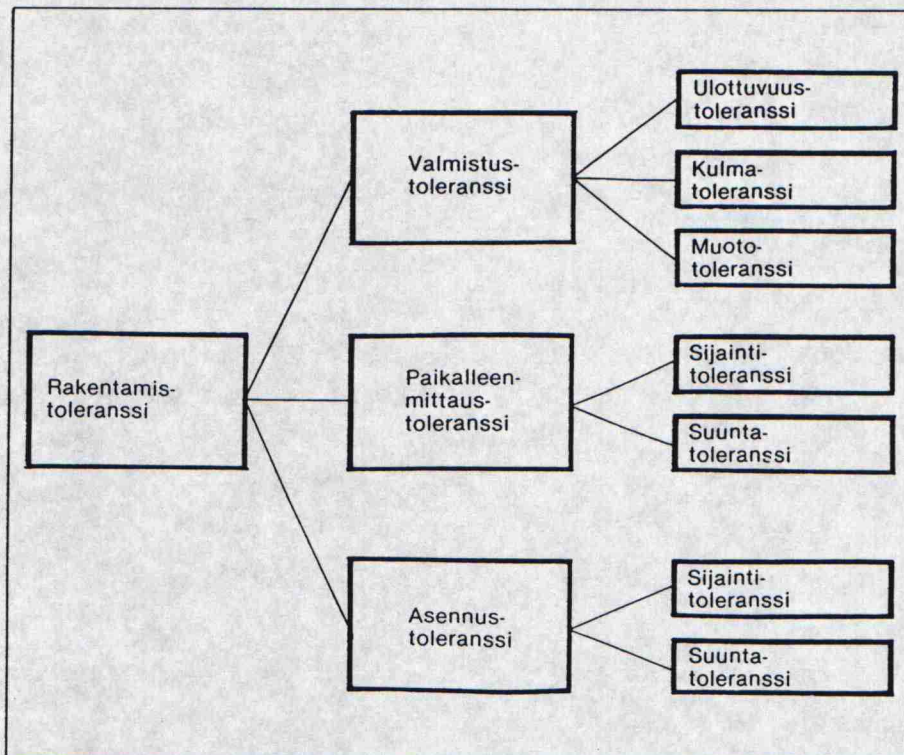


### Rungon mittatarkkuus

Mittojen ja toleranssien peruskäsitteet on esitetty standardissa 2490 eli RT-ohjekortissa 0001.10 "Mitat ja toleranssit rakennusalalla, käsitteitä". Standardissa käsitellään mm. yleiset termit, elementtejä koskevat mitta- ja toleranssitermit sekä elementtien yhteenliittymistä koskevat termit.

Standardi SFS 3305 eli RT 02-10028 "Rakennusmittaus, pisteiden määrittäminen ja paikalleenmittaaminen, menetelmät ja sallitut poikkeamat" käsittelee rakennusmittauksen eri vaiheita. Siinä esitetään eritasoisten mittauspisteiden määrittäminen ja vaadittavat tarkkuudet sekä annetaan mittausmenetelmiä koskevia ohjeita.

Rakennusalalla käytettävien mittausvälineiden ja -menetelmien epätarkkuudesta sekä inhimillisistä tekijöistä johtuvia mittapoikkeamia valmistuksessa, paikalleenmittauksessa ja asennuksessa käsittelee ohjekortti RT 02-10050 "Rakennustoleranssit, toleranssien määritelmät". Kuvassa 1 on esitetty rakentamistoleranssien eli valmiin rakenteen jonkin tietyn mitan vaihtelun sallitun suuruuden muodostuminen. On huomattava, että rakentamistoleransseille voidaan ja usein käytännön syistä on välttämätöntäkin määritellä pienempi arvo kuin valmistus-, paikalleenmittaus- ja asennustoleranssien summa. ?



Kuva 1. Rakentamistoleranssin muodostuminen (RT 02-10050, s.1).



Suomen Betoniteollisuuden keskusjärjestön julkaisussa "Betonielementtien toleranssit" esitetään betonielementtien valmistustoleranssit ja elementtirakenteiden rakentamistoleranssit. Julkaisua sovelletaan silloin, kun toimitussopimuksessa on niin sovittu. SBK suosittaa julkaisun käyttöä ohjekortin RT 02-10102 "Betonirakenteiden toleranssit" sijaan, jota sovelletaan kuitenkin edelleen paikallavalurakenteisiin. RT-ohjekortin rakentamistoleranssit koskevat täten valmiiden paikallavalurakenteiden ja koko rakennuksen mittatarkkuutta. Sekä elementtien että paikallavalurakenteiden toleranssirajoissa on otettu huomioon mittapoikkeamien vaikutukset toiminnallisuuteen, esteettisyyteen sekä rakenteiden yhteensopivuuteen. Suomen rakentamismääräyskokoelmassa on esitetty lujuus- ja laillisuusvaatimusten edellyttämiä toleransseja.

Betonielementtien toleranssiluokista käytetään yleensä normaaliluokkaa. Erikoisluokka voidaan valita ulkonäöllisesti vaativissa kohteissa, joissa halutaan parempaa mittatarkkuutta. Toleranssiluokka on mainittava suunnitelmissa tai sopimusasiakirjoissa. Taulukoissa 4 ja 5 on esitetty seinä- ja lattiarakenteisiin liittyvät vaatimukset. RT-ohjekortin 02-10102 vaatimukset paikallavalurakenteille on esitetty Hakan tasoitusohjeessa.

*Taulukko 4. Esijännitettyjen ontelolaattojen valmistus- ja rakentamistoleranssit. (Betonielementtien toleranssit, s.16)*

Mittauksen kohde	Valmistustoleranssit [mm] Normaaliluokka
Pituus (L)	$\pm 15$ tai $L/1000$ <sup>1)</sup>
Paksuus (h)	$\pm 5$ tai $h/40$ <sup>1)</sup>
Leveys (b)	
– kokonainen laatta	+0; –6
– kavennettu laatta	$\pm 20$
Sivukäyryys (a)	$\pm L/1000$ , enintään $\pm 10$ mm
Pään kulmapoikkeama (p)	$\pm 10$
Taipuma ennen asennusta ( $\Delta d$ ) <sup>2)</sup>	$\pm 6$ tai $L/1000$ <sup>1)</sup>
Yläpinnan aaltoilu poikkisuunnassa (y) <sup>3)</sup>	10
Teräsosat (t), tehtaalla asennetut	$\pm 20$
Reiät ja varaukset (t)	
– teko tuoreeseen betoniin	+50; –0
– teko jälkikäteen	$\pm 15$

<sup>1)</sup> Lukuarvoista käytetään aina suurempaa.

<sup>2)</sup> Poikkeama ennakkoon suunnitellusta taipumasta, johon sisältyy mahdollinen ennakkokorotus ja laskennallinen taipuma (kuormat, ikä ja olosuhteet huomioidottuina).

<sup>3)</sup> Koskee laattoja  $h \leq 300$  mm.



Mittauksen kohde	Rakentamistoleranssit [mm]
	Normaaliluokka
Sivusijainti	±20
Sauman leveys	+15; -5
Sauman hammastus alapinnassa	
- tuella	5
- keskellä	8 tai L/1000 <sup>1)</sup>
Korkeusasema tuella	±15
Tukipituus ( $l_p$ )	-25
Yläpinnan poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta 2 m mittauspituudella	±15

**Taulukko 5. Elementtiseinien valmistus- ja rakentamistoleranssit (Betonielementtien toleranssit, s.24...25).**

Mittauksen kohde	Valmistustoleranssit [mm]	
	Normaaliluokka	Erikoisluokka
Pituus (L), korkeus (H)		
- väliseinä ja sandwich-sisäkuori	±10	±8
- sandwich-ulkokuori	±8	±5
Paksuus (b)		
- sandwich kokonaispaksuus	±8	±5
- väliseinä, sandwich ulkokuori, kuorielementti	±5	±5
Ristimittojen ero ( $s_1 - s_2$ )		
- väliseinä	20	—
- sandwich-sisäkuori	15	10
- sandwich-ulkokuori	10	8
Sivun käyryys		
- elementit (a)	±10	±5
- ovet ja ikkunat ( $a_1$ )	±5	±5
Kierous (u)	±15	±10
Teräsosat ja reiät (t)		
- pinnan suunta	±20	±10
- syvyysuunta	±5	±5
Ovet ja ikkunat, joka suunnasta		
- sandwich (e, h, l)	±10	±10
- väliseinä (e, h, l)	±20	—
- kulmien sijainnin ero $ e_1 - e_2 $	10	10
Elementin käyristymä (d) <sup>6)</sup>	L/300	L/400

Mittauksen kohde	Rakentamistoleranssit [mm]	
	Normaaliluokka	Erikoisluokka
Sivusijainti	±15	±10
Sivusijainti ylä- tai alapuolisesta seinästä	±10	±5
Vapaa väli	±15	±10
Sauman leveys		
- sandwich	±8	±5
- väliseinä	±10	—
Hammastus, kaikissa suunnissa	8	5
Yläreunan korkeusasema vaaka- rakenteisiin liityttäessä	±10	±5
Poikkeama pystysuorasta	h/600	h/600



Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa B4 "Betonirakenteet" annetaan ohjeita poikkileikkausten mitoista ja pääraudoituksen sijainnista.

*Taulukko 6. Rakenteen poikkileikkauksen mittojen ja pääraudoituksen sijainnin sallitut mittapoikkeamat (B4, s.45).*

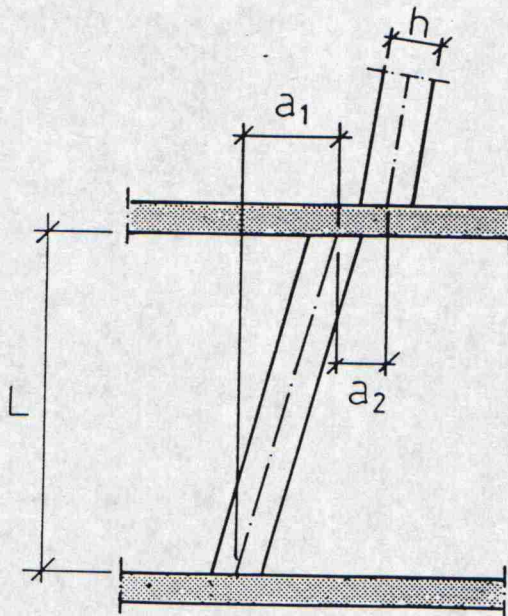
Rakenne- luokka	$\frac{a}{d} \leq 200$ $\Delta$ mm	$200 < \frac{a}{d} \leq 500$ $\Delta$ mm	$500 < \frac{a}{d} \leq 2000$ $\Delta$ mm	$\frac{a}{d} > 2000$ $\Delta$ mm
1	5	10	20	30
2	10	20	30	50

$a$  = poikkileikkauksen mitta tarkasteltavassa suunnassa, mm

$d$  = poikkileikkauksen tehollinen korkeus, mm

$\Delta$  = sallittu mittapoikkeama, mm

Lisäksi betoninormit antavat ohjeita jännitettyjen palkkien sivukäyryydestä sekä pilareiden ja seinien käyryydestä. Kuvassa 2 on esitetty pilarin tai seinän suurin sallittu kaltevuus  $a_1/L$ , mikä saa olla korkeintaan  $1/150$ . Päällekkäisten pilareiden ja seinien sijaintipoikkeama  $a_2$  saa olla korkeintaan  $h/20$ , missä  $h$  on pilarin tai seinän poikkileikkauksen mitta tarkasteltavassa suunnassa. Sijaintipoikkeaman ei kuitenkaan tarvitse olla pienempi kuin 15 mm, eikä yli 50 mm:n poikkeamaa sallita. Sijaintipoikkeamien  $a_1$  ja  $a_2$  tulee täyttää ehto:  $(a_1 + a_2) \leq (L/150 + h/20)$ . (B4, s.46)



*Kuva 2. Pilarin kaltevuus  $a_1/L$  ja sijaintipoikkeama  $a_2$  (B4, s.46).*



### Aluslattian laatutekijät

Tasoitettavan lattiapinnan laatuvaatimuksia on esitetty Suomen Betoniyhdistyksen julkaisussa BY 31 "Betonilattiat. Luokitus-, päällystettävyy-, suunnittelu- ja rakentamisohjeet 1989". Ohjeita sovelletaan lattiapinnalle ennen tasoittamista tai päällysteen asentamista.

Ohjeeseen sisällytetyt laatutekijät on luokiteltu seuraavasti:

- tasaisuus ilmoitetaan kirjaimin A<sub>0</sub>, A, B, C ja D, joista luokka A<sub>0</sub> on vaativin
- kulutuskestävyys esitetään numeroin 1, 2, 3 ja 4, joista luokka 1 on vaativin
- muut laatutekijät ilmoitetaan betonin lujuusluokkaa vastaavina numeroarvoina 30, 40, 50 ja 60, joista luokka 60 on vaativin

Muihin laatutekijöihin luetaan betonin lujuuden lisäksi kiinnitetyn lattian pintabetonin tartunta alustaan, paksuusvaihtelut ja raudoituksen sijainnin vaihtelut. Varsinaisten laatutekijöiden lisäksi on määritelty erikseen luokittelemattomia laatutekijöitä, kuten lattiabetonin vedenpitävyys, karheus, säänkestävyys, sähköisyys, kemiallinen kestävyys sekä ulkonäkö. Laatuluokitus kohdistuu ensisijaisesti kulutuskerroksen muodostamaan betonilattiaan ja se määrittelee kunkin luokan minimivaatimukset.

Taulukossa 7 on esitetty betonilattioiden tasaisuusvaatimukset. Laatuluokkia B ja C käytetään silloin, kun lattia tasoitetaan. Asuntojen, toimistojen ja muiden päällystettävien lattioiden laatuluokkana on yleensä C-4-30.

*Taulukko 7. Betonilattian suurimmat sallitut tasaisuuspoikkeamat (BY 31, s.126).*

Tasaisuuspoikkeama	Mittauspituus L [mm]	Suurin sallittu poikkeama [mm]				
		A <sub>0</sub>	A	B	C	D
Hammas		0	0	1	1	2
Poikkeama vaakasuorasta	enintään 200	1	2	3	4	6
tai nimelliskaltevuudesta	enintään 700	2	4	6	8	12
(katso kuvat 1 ja 2)	enintään 2000	4	7	10	14	20
	enintään 7000	7	10	14	20	28
	yli 7000	10	14	20	28	38



## Seinäpintojen laatutekijät

Tasoitettaville betoniseinille asetettuja laatuvaatimuksia on esitetty Suomen Betoniyhdistyksen julkaisussa BY 13 "Betonipinnat, luokitusohjeet". Ohjeessa on esitetty erilaisilla työtekniikoilla aikaansaatuja betonipintojen laatutekijät ja luokkavaatimukset valokuvien havainnollistettuna. Sisäseiniin sovellettavia lukuja ovat: Muottia vasten valetut pinnat ja Hierretyt pinnat.

Muottia vasten valetut pinnat voivat olla joko paikallavalu- tai elementtirakenteita ja ne jaetaan neljään luokkaan:

- Luokka E: Erityisen vaativat, suunnitelmissa erikseen määritellyt pinnat. Ei tule missään kohteessa määrätä yleisesti käytettäväksi. Soveltuu erityisesti elementtitehtailä valmistettaviin pintoihin.
- Luokka 1: Vaativat, käsittelemättömiksi jäävät pinnat, kuten julkisten rakennusten julkisivupinnat sisällä ja ulkona.
- Luokka 2: Tavalliset, käsittelemättömiksi jätettävät tai käsiteltävät pinnat, kuten asuin-, toimisto- ja teollisuusrakennusten jalustat, porrashuoneet, välipohjat, väliseinät, julkisivut ja sillat.
- Luokka 3: Yleensä verhottavat tai näkymättömiin jäävät pinnat, kuten jalustojen sisäpinnat ja maan peittoon jäävät ulkopuoliset pinnat.

*Taulukko 8. Muottia vasten valettujen betonipintojen laatuvaatimukset (BY 13, s.15).*

Laatutekijät	Eri luokkien vaatimukset			
	E	1	2	3
Nystermä				
suurin korkeus mm	1	2	3	6
suurin leveys mm	4	7	10	20
Kuoppa				
suurin syvyys mm	2	3	5	7
suurin leveys mm	4	7	10	15
Hammastus				
suurin tasoero mm	1	2	3	5
Valupurse				
suurin korkeus mm	1	2	2	3
suurin leveys mm	2	3	3	5
Käyryys ja aaltoilu				
suurin mittapöikkeama mm/1500 mm	2	3	5	8
Valuhuokokset, läpimitta $\geq 3$ mm				
suurin läpimitta mm	5	8	12	30
suurin kokonaismäärä kpl/m <sup>2</sup>	30	100	200	400
keskim. kokonaismäärä kpl/m <sup>2</sup>	20	80	150	300
Jakautuma				
— läpimitta mm	3...5	5...8	8...12	12—20 20—40
— suurin lukumäärä kpl/m <sup>2</sup>	30	40	40	80 40
— keskim. lukumäärä kpl/m <sup>2</sup>	20	30	30	60 30
Harvalu (korjattava aina)				
suurin koko m <sup>2</sup>	—	—	0,1	0,3
suurin määrä kpl/100 m <sup>2</sup>	—	—	1	2
Tummuusvaihtelu				
vaihteluaste tai	2	3	4	6
valon heijastumissuhde-ero %	5	10	20	30



Luokkia vastaavat esimerkkivalokuvat on esitetty Hakan tasoitusohjeessa.

Luokkaa E voidaan käyttää arvioitaessa patterimuotissa valettuja väliseinäelementtejä, mutta paikallavaluseiniin sovelletaan luokan 2 vaatimuksia. Jos pinta ei kaikkien laatutekijöiden osalta täytä asetetun luokan vaatimuksia, voidaan se hyväksyä edellytyksellä, että korkeintaan kahden laatutekijän vaatimusrajat ylitetään enintään 30%:lla.

Hierretyt pinnat jaetaan kolmeen luokkaan:

- Sienihierretty pinta: Sisäpuolisten tilojen vaakavaluna tehtävät sileät, maalattavaksi tarkoitetut pinnat.
- Teräshierretty pinta: Tasoitteella käsiteltävä vaakavalun yläpinta sisällä.
- Puuhierretty pinta: Ulkotasot, julkisivupinnoitteella käsiteltävät pinnat. Pinnat, joissa halutaan rosainen vaikutelma sekä rakennuksen jalustat.

Luokkia vastaavat laatutekijät on esitetty taulukossa 9. Luokkia vastaavat esimerkkivalokuvat on esitetty Hakan tasoitusohjeessa.

*Taulukko 9. Hierrettyjen betonipintojen laatuvaatimukset (BY 13, s.17).*

Laatutekijät		Eri luokkien vaatimukset		
		Sieni- hierretty	Teräs- hierretty	Puu- hierretty
Kohouma				
suurin korkeus	mm	2	3	4
suurin leveys	mm	4	4	8
Syvennys				
suurin syvyys	mm	2	3	4
suurin leveys	mm	4	4	8
Käyryys ja aaltoilu				
suurin mittapoikkeama	mm/1500 mm	5	6	6
Valuhuokoset, läpimitta $\geq 3$ mm				
suurin läpimitta	mm	5	5	5
suurin kokonaismäärä	kpl/m <sup>2</sup>	50	50	50
keskim. kokonaismäärä	kpl/m <sup>2</sup>	40	40	40
Jakautuma				
– läpimitta	mm	3 ... 5	3 ... 5	3 ... 5
– suurin lukumäärä	kpl/m <sup>2</sup>	30	30	30
– keskim. lukumäärä	kpl/m <sup>2</sup>	20	20	20
Työvälineen jälki				
hammastus	mm	–	2	2
Tummuusvaihtelu				
vaihteluaste tai		4	4	6
valon heijastumissuhde-ero	%	15	15	30

Luokitusohjeessa mainittujen laatutekijöiden mittausrakenteita ovat työntömitta, viivaimet (pituudet 300 ja 1500 mm), rajaushäikö 500x500 mm<sup>2</sup>, mitta-asteikolla varustettu suurennuslasi, tummuusasteikko tai valon heijastumissuhdemittari.



### **Alustan kosteuspitoisuus**

Betonialustan kosteuspitoisuudelle on asetettu rajoituksia, sillä liiallinen kosteus heikentää rakennekerrosten välistä tartuntaa, värjää päällystysmateriaaleja ja aiheuttaa sieni- ja homekasvustoja. Erityisesti lattiarakenteissa kosteus aiheuttaa ongelmia, mutta vaurioita on esiintynyt myös seinissä ja sisäkatoissa. Seinien osalta kosteustarkkailu on käytännössä olematonta, koska selkeitä vaatimuksia ei ole. Asuntohallituksen opasjulkaisun 6/1986 "Maalaustyöselitys" mukaan pääurakoitsijan velvollisuutena on huolehtia siitä, että tasoitettavien seinäpintojen kosteuspitoisuus on  $< 4 \text{ p-}\%$  (Rankka, s.3). Tämä tarkoittaa lujuusluokaltaan K25:n betonin suhteellisena kosteutena noin 85%:a (Siro, s.13). Mittaustapaa tai -välineitä oppaassa ei kuitenkaan ole esitetty.

Tasoitteiden käyttö tuo aina lisää vettä lattiarakenteeseen, mikä on otettava huomioon betonin kuivumisnopeutta arvioitaessa. Aluslattian kosteuspitoisuus mitataan yleensä vasta tasoitustyön jälkeen ennen lopullisen päällysteen asentamista, joten päällysteen sallimiin kosteusrajoihin luetaan mukaan myös tasoitteiden vesimäärä. Betonin sisältämän haihtumiskykyisen veden määrä on kosteusteknisesti kuitenkin suurempi ongelma kuin tasoitteiden sisältämä kosteus.

Useimpien tasoittemateriaalien kohdalla ei ole tarkasti määriteltä alustan sallittua kosteuspitoisuutta, vaan ohjeissa puhutaan ainoastaan kuivista pinnoista. Nykyisellä rakentamisvauhdilla tämä kuitenkin tarkoittaa sitä, että betonirakenteen sisältävät aina enemmän tai vähemmän haihtuvaa vettä. Markkinoilta löytyy uusia tuotteita, joilla voidaan tasoitaa myös kostealle alustalle. Tasoitteen päällystyskelpoisuus siirtyy kuitenkin siihen hetkeen, kunnes alustan kosteus on haihtunut. Maanvaraisissa lattioissa on usein ongelmana laatan alapuolelta tuleva kosteus. Mikäli kosteudeneristys ei toimi kunnolla, on ainoa mahdollisuus käyttää kosteudenkestävää tasoitetta ja diffuusioavointa päällystettä. (Karlsson, s.28)

Taulukossa 10 on esitetty tavallisimpien päällystysmateriaalien käytön edellytykset.



*Taulukko 10. Lattianpäällysteille sallittavia alustan enimmäiskosteuksia (RYL-90, s.277,380,387,399,405).*

Päällystemateriaali	Alustan max. suhteellinen kosteus %	Huomautukset
Sauva- ja lautaparketti ilman puun ja betonin välistä kosteudeneristystä	< 60	Parkettisauvat liimataan alustaan parketti- tai hartsiliimalla. Kaseiiniton tasoite.
Mosaiikkiparketti	< 80	Ei suositella tasoitetta.
Alustaan kiinnittämättömät uivat parketit, puun ja betonin välissä kosteudeneristys	< 80	Kosteudeneristyksenä esim. 0,2 mm:n muovi, saumat limittäin ja teipattuna.
Eriaineiset PVC-päällysteet	< 85	Liimat arkoja kosteudelle.
Linoleum	< 85	
Korkkilaatat (alapinnassa kosteudeneristys)	< 85	Tasoite ei saa sisältää kaseiinia.
Tekstiilimatot, joissa on alusrakenne (kumi, PVC, kumilateksisively, vaahtoalusta)	< 85	Syy kosteusrajaan bakteerit, sienet ja liimojen kosteudenkestämättömyys.
Luonnonmateriaaleista tehdyt matot ilman aluskerrosta.	< 85	Syy kosteusrajaan bakteerit, sienet ja liimojen kosteudenkestämättömyys.
Täyssynteettiset tekstiilimatot ja muovimatot ilman aluskerrosta	< 90	Syy kosteusrajaan liimat ja muutokset päällysteessä.
Yksiaineiset ja monikerrokset PVC-päällysteet, kvartsivinyyllilaatat	< 90	Liimat arkoja kosteudelle.

### 2.2.3 Tilakohtaiset vaatimukset

Tasoitteita valittaessa on pyrittävä ennalta arvioimaan tilojen erilaisista käyttötarkoituksista aiheutuvien rasitustekijöiden määrä ja laatu. Tärkein tekijä on kosteus, joka voi olla joko rakennekosteutta yhdistettynä alkalisten suolojen aiheuttamaan rasitukseen tai



tilan käytöstä aiheutuvaa jatkuvaa tai tilapäistä kosteutta. On myös otettava huomioon päällysteiden liimauksesta aiheutuva hetkellinen kosteusrasitus. Toinen rasitusmuoto on mekaaninen kuormitus tai kulutus. (Johansson, s.10)

Kosteus ja muut fysikaaliset rasitustekijät vaikuttavat ennen kaikkea siihen, minkälainen tasoitemateriaali valitaan. Tasoitteen koostumus ja pääsideaine vaikuttavat kosteudenkestävyyteen ja kemikaalien sietokykyyn. Mekaaniset rasitustekijät on otettava huomioon kerrospaksuuksissa ja kerrosten lukumäärässä, sillä tasoitteen tartunnan ja lujuuden on oltava riittävät.

### Seinä- ja kattotasoiitteet

RT-ohjekortissa 33-10476 "Tasoiitteet, niiden valinta ja käyttö. Sisäseinät ja -katot" on jaettu fysikaaliset ja mekaaniset rasitukset neljään ympäristöolosuhdeluokkaan.

*Taulukko 11. Sisäseinien ja -kattojen tasoitustöiden ympäristöolosuhdeluokat, esimerkkitilat ja tasoitetyyppien soveltuvuus ympäristöolosuhdeluokkiin (RT 33-10476, s.3).*

Ympäristöolosuhdeluokat			
1	2	3	4
* Kuivat tilat * Vähäiset mekaaniset rasitukset	* Kuivat tilat * Tavalliset mekaaniset rasitukset	* Kosteat tilat * Suuret mekaaniset rasitukset	* Märät tilat * Erityiset rasitukset
Esimerkkitilat			
* kuivat kellarit * arkistot * varastot	* asuinhuoneet * keittiöt * toimistohuoneet * porrashuoneet * liikehuoneistot * luokahuoneet * yleisötilat	* pesu-, WC-tilat * porrashuoneet * liikehuoneistot * luokahuoneet * yleisötilat * sisäliikuntatilat * potilashuoneet * leikkaussalit * laboratoriot	* suurkeittiöt * yleiset saunaos. * yleiset suihkut * uimahallit * huoltoasemat * altaat * siilot
Tasoiitetyyppi			
* kuivien tilojen tasoite * kosteiden tilojen tasoite * märkien tilojen tasoite	* kuivien tilojen tasoite * kosteiden tilojen tasoite * märkien tilojen tasoite	* kosteiden tilojen tasoite * märkien tilojen tasoite	* märkien tilojen tasoite



## **Lattiatasoitteet**

Lattiatasoitteiden osalta kosteudenkestävyys ei ole ongelma, sillä sementtisideaineisina ne voidaan rinnastaa märkien tilojen tasoitteisiin. Sen sijaan mekaaniset rasitukset, kuten pistekuormat ja iskukuormitukset säätelevät tasoitteiden käyttöä lattiarakenteissa.

Tavallisten asuinrakennusten lattioihin ei yleensä kohdistu niin suuria ulkoisia kuormia, että ne aiheuttaisivat murtumia tai tartunnan heikkenemistä tasoitekerroksessa. Halkeamia saattaa sen sijaan syntyä esimerkiksi alustaan liimatun puulattian liikkeistä. Toimisto- ja liikerakennuksissa jalankulkuliikenne aiheuttaa kulutusrasitusta, ja toimistotuolien pyöristä aiheutuu liikkuvia pistekuormia. Myymälätiloissa on otettava huomioon rullakoista ja pumppukärryistä aiheutuvat kuormat. Lattiarakenteen suunnittelu ja käytettävien tasoitteiden valinta on suoritettava tilakohtaisesti, jotta todelliset kuormitustekijät tulevat huomioonotetuiksi. Teollisuus- ja varastorakennuksissa lattiatasoitteiden käyttöä on vältettävä, sillä trukkiliikenteestä ja raskaista hyllyistä aiheutuvat kuormat ylittävät tasoitteiden puristus- ja tartuntalujuudet. (Siro, s.52...55)

## **2.3 Hakan vaatimukset**

### **2.3.1 Asiakirjoja vastaava lopputulos**

Rakennusliikkeen laadunvarmistuksen yhtenä tavoitteena on vastaanottaa aliurakoitsijalta sellainen tuote, joka täyttää asetetut laatutavoitteet. Tuotteella tarkoitetaan tässä yhteydessä urakka-asiakirjoissa rajatun työkokonaisuuden lopputulosta. Laadunvarmistuksen toteuttaminen edellyttää tavoitteiden yksiselitteistä määrittelyä ennen työn aloittamista ja lopputuloksen arviointia työn päätyttyä.

Tasoitustöiden laatutavoitteet käsittävät sekä toiminnallisia että esteettisiä vaatimuksia. Esteettiset vaatimukset kohdistuvat valmiiseen rakennusosaan, ja niillä tarkoitetaan seinä-, katto- ja lattiapintojen ulkonäköön liittyviä ominaisuuksia. Tarkasteltavia seikkoja ovat: pintojen eheys- ja suoruustoleranssit, tasoiteliipan jättämien jälkien sallittu määrä, pinnan huokoisuus ja pölyävyys, väri vaihteluiden sallittu määrä, pisarakaton terävyys sekä nurkkien ja jiirien pyöreys. Vaatimustaso tulisi määritellä työselityksessä tai tuoda esiin muissa urakka-asiakirjoissa. Lisäksi olisi syytä määritellä



em. ominaisuuksien mittaus- ja tarkastelutavat erimielisyyksien välttämiseksi.

Toiminnalliset vaatimukset varmistavat tasoitekerroksen rakenteellisen yhteensopivuuden alustan, päällysteen ja mahdollisten kiinnitysliimojen kanssa vallitsevissa rasiolosuhteissa. Tasoitemateriaaleille asetetuista vaatimuksista tarkemmin jäljempänä.

Asiakaskeskeisen laatuajattelun mottona on: "Tehdään työ asiakkaan parhaaksi. Hänen tulee saada oikeaa, sopimuksenmukaista laatua". Tasoiteurakoitsija tuskin joutuu tekemisiin lopullisen asiakkaan eli rakennuksen käyttäjän kanssa, joten hänelle asiakas on seuraavan työvaiheen edustaja kuten maalari, tapetoija, mattomies tai laatoittaja (Suominen, s.8). Tällainen laatufilosofia edellyttää, että kunkin työvaiheen edustaja on oman alansa asiantuntija ja suorittaa työnsä niin ammattitaitoisesti, ettei seuraava työvaihe esty tai viivästy laiminlyöntien takia. Suurtehtävien muodostaminen toisiinsa sidoksissa olevista työtehtävistä selkeyttää urakoiden välistä vastuunjakoa ja parantaa yleistä tehokkuutta. Esimerkiksi etuoikaisu-, tasoite- ja pohjamaalauksien yhdistäminen yhden aliurakoitsijan suorittamaksi suurtehtäväksi helpottaa niin työntekijöiden kuin työnjohdonkin toimintaa. Mitä paremmin etuoikaisutyöt on tehty, sitä helpommalla työntekijät pääsevät tasoitusvaiheesta. Urakkarajojen ja laatuvaatimusten määrittely selkeytyy ja valvonnan tarve vähenee, kun lopputulos arvioidaan vasta pohjamaalauksen jälkeen.

Pääurakoitsijan edun mukaista on ohjata toimintaa tuoteosakaupan suuntaan, jossa keskeisenä tavoitteena on suunnittelun ja tuotannon integrointi. Tuoteosatoimittajalle kuuluu kokonaisvastuu kohdekohtaisen tuoteosan suunnittelusta, valmistuksesta, asennuksesta ja toimivuudesta. Tuoteosatoimittajalle kuuluu vastuu myös osasta aikaisemmin pääurakoitsijalle kuuluneista työmaan apu- ja tukitoimista (Kemppainen, s.2). Tuoteosakaupan periaatteita voidaan soveltaa myös tasoitusurakkaan tai vastaavaan suurtehtävään tavoitteena kokonaisvastuun siirtäminen aliurakoitsijalle. Suunnittelu sisältäisi mm. oikeiden materiaalien, käsittely-yhdistelmien sekä työmenetelmien valinnan huomioiden työskentelyolosuhteet, alustojen laatu sekä tilan tuleva käyttötarkoitus. Samalla urakoitsija ottaisi vastuun siitä, että työ täyttää viranomaismääräykset. Velvollisuuksiin kuuluisi lisäksi: oma työnjohto, materiaalien varastointi, kuljetukset, vaakasiirrot ja nostot työmaalla, telineet, aputyöt, omien jälkien siivous ja jätteiden poisvienti sekä erilaiset suojaustoimenpiteet (Kemppainen, s.11).



Tällainen käytäntö edellyttäisi perinteisten työselitysten sisällön muuttamista siten, että vastuun myötä urakoitsijalle annettaisiin valinnanvapaus toteuttaa työt haluamallaan tavalla. Työselityksissä tulisi luopua tuotenimistä ja käsittelykerroista, ja määritellä ainoastaan halutun lopputuloksen laatuvaatimukset. Urakoitsijan motivointi työ- ja materiaalimenekkien minimoimiseen edellyttäisi samalla hinnoitteluperusteiden muuttamista.

### **2.3.2 Työ- ja materiaalimenekkien hallinta**

Laadulle on olemassa useita määritelmiä, mutta olennaista on huomata laatukäsityksen kaksijakoisuus tuotteen laatuun ja toiminnan laatuun. Hyvän tuotteen lisäksi tulee määritellä toiminnalliset laatutavoitteet periaatteena: "Tehdään työ ensimmäisellä kerralla oikein". Tällöin laatu ei ole tuottavuuden vastakohta, vaan täydentää osaltaan kustannustehokkuuteen tähtäävää kehitystyötä (Suominen, s.2). Tähän periaatteeseen nojautuvat pyrkimykset takuukorjausten ja rakennusaikaisten jälkitöiden määrän pienentämiseen.

Hankkeen rakennusajan lyhentämisestä on muodostunut tärkeä kilpailuvaltti rakennusliikkeille. Hakassa tavoitteet ovat niinkin kovat, kuin sisävalmistusvaiheen lyhentäminen puoleen, mikä tarkoittaisi rutiinituotannossa neljännestä koko rakennusajasta. Ajatusmallissa kyseenalaistetaan tasoitustöiden tarpeellisuus ja työvaiheen olemassaolo. Periaatteessa tasoitustyö voidaanakin katsoa betonipintojen jälkityöksi - onhan se kertaalleen tehdyn työn parantamista ja korjaamista. Nykyisellä rakennustyyllillä tasoitus on kuitenkin välttämätön toimenpide, jotta betonipinnoilla saavutetaan odotettu laatutaso. Niinpä ajansäästöön on pyrittävä työnjärjestelyllä, valvonnalla, laatukatselmuksilla sekä materiaalin käsittelyn tehostamisella.

Tavoitteena on työmenekin ennustettavuus ilman turhia odotusaikoja tai ylimääräisiä työvaiheita. Tasoitettavien alustojen laadunvalvonnalla pyritään minimoimaan materiaalimenekki ja käsittelykertojen määrä. Ruotsalaisen rakennusliikkeen mukaan laadunvarmistukseen panostaminen alensi tuntuvasti materiaalimenekkejä ja työtuntimäärää tavoitearvioon nähden (Suominen, s.15).



### 2.3.3 Tasoitemateriaaleille asetettavat vaatimukset

Tasoitemateriaaleille asetettavat vaatimukset kohdistuvat toiminnallisiin ja terveydellisiin seikkoihin. Tasoitteilta vaaditaan tiettyjä perusominaisuuksia, jotta ne täyttäisivät tehtävänsä rakennekerroksena alustan ja päällysteen välissä. Suomessa näitä ominaisuuksia ei kuitenkaan ole normitettu, joten lähtökohdaksi voidaan ottaa muiden maiden vaatimukset ja standardit. Vaatimustasoissa on luonnollisesti vaihtelua, joten eri maiden tasoitevalmistajat eivät välttämättä testauta tuotteistaan samoja asioita. Lisäksi yhtenäisen koemenetelmäkäytännön puuttuminen vaikeuttaa valmistajien ilmoittamien materiaaliominaisuuksien objektiivista vertailua. Laboratoriokokeisiin perustuvat testit eivät pysty huomioimaan kaikkia käytännössä esiintyviä tekijöitä ja olosuhteita, joita ovat esimerkiksi alustan laatu, kovettumisolosuhteet ja käytetty työtekniikka. Niinpä esitetyt lukuarvot tarkoittavatkin tasoitteiden minimivaatimuksia.

Lattiatasoitteista testattavia perusominaisuuksia ovat kuormituksen kestävyys, taivutus- ja puristuslujuus, vetolujuus ja venymä, tartuntalujuus, kemiallinen kestävyys, viskositeetti ja kosteuden vaikutus muodonmuutoksiin. Koemenetelmät perustuvat erilaisiin standardeihin, joista mainittakoon ISO (International), EN (European), DIN (Deutsche), ASTM (American), BS (British), NS (Norge), SS/SIS (Svenska) ja SFS (Suomi). Testit on esitetty taulukossa 12.



*Taulukko 12. Lattiatasoiteilta vaadittavia ominaisuuksia ja niiden testausmenetelmiä (BY 31, s.105; Siro, s.48...53; Hus AMA 83, s.361,373).*

Ominaisuus	Testausmenetelmä	Vaatus
Tartunta *)	Vetolujuuskoe: alustaan liimataan Ø 20mm:n teräs- laatta, joka vedetään irti (SIS 184171)	Asuintilat: 0,2 N/mm <sup>2</sup> (tekstiilimatot) 0,5 N/mm <sup>2</sup> (muovimatot) Liike- ja toimistotilat: 1,5 N/mm <sup>2</sup>
Dynaamisen kuormituksen kesto	Toimistotuolipyöräkoe (SFS 3938/ SS 923507) kerrospaksuuksille 2/20 mm + tartuntakoe (SIS 184171)	Vetolujuus ≥ 0,5 N/mm <sup>2</sup> (asuintiloissa testaus vain erikoistapauksessa)
Staattisen kuormituksen kesto	Lyhytaikainen painumakoe: 2 mm:n tasoitekerros + 500 N:n kuormitus (SFS 3937/ SIS 923505)	Painuma ≤ 0,3 mm.
Taivutus-, veto- ja puristuslujuus	Tasoiteprismojen testaus (SFS 2803)	Puristuslujuus ≥ 5MPa (Norsk ER-nemnd)
Kutistuminen	2 mm:n tasoitekerros, kuivumisaika 24h (23±2 °C, RH 50±5 %) (Hus AMA)	Tasoitteessa ei saa olla silmin havaittavia kutistumishalkeamia.
Levittyvyys	Leviämäkoe standardin SS 923519 mukaisesti.	Leviämä ≥ 150mm. (Koskee itse-tasoittuvia massoja, joita ei ole tarkoitus viimeistellä käsin, Hus AMA)
Kemiallinen kestävyys	Käsittely neutraalilla ja emäksisellä vedellä sekä etyylialkoholilla (vaikutusaika 24h), silmämääräinen tarkastelu + painumakoe (SFS 3937)	Painuma ≤ 0,3 mm (Norsk ER-nemnd, Hus AMA)

\*) Tasoitekerroksen ja aluslattian välisen tartunnan heikkeneminen johtuu kuivumiskutistumien aiheuttamista jännityksistä. Ruotsissa on kokemusperäisesti todettu, että materiaalien täyttäessä taulukossa 13 vaaditut ominaisuudet, välttään tasoitekerroksen irtoamiselta ja halkeamien syntymiseltä. Vaikuttavia tekijöitä ovat tasoitemateriaalin kutistuminen, kerroksen paksuus, tartunta- ja vetolujuus.



*Taulukko 13. Tasoitekerroksen ja aluslattian välisen tartunnan pitävyyden edellytykset (Alexanderson 1991, s.51)*

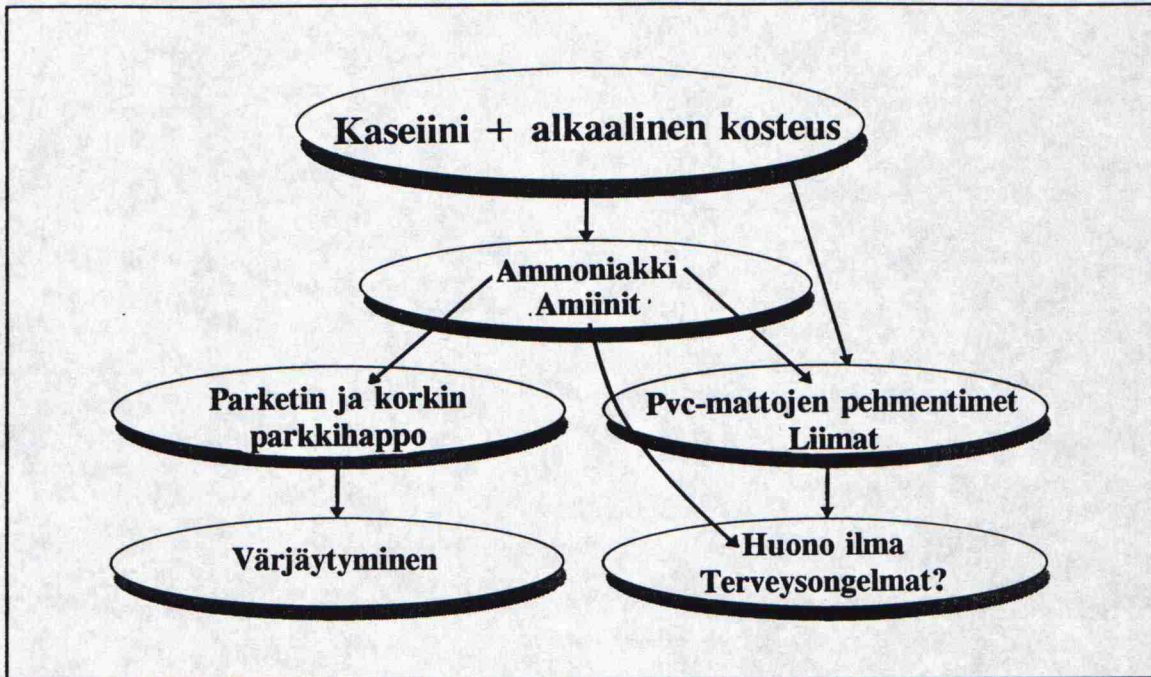
Vaikuttavat tekijät	Tasoitekerroksen pysyvyys alustassa	Tasoitekerroksen pysyvyys alustassa ja halkeilemattomuus		
Kutistuminen, ‰ (RH 50 %)	< 1,5	< 0,7	< 0,5	< 0,3
Paksuus, mm	< 15	< 15	< 30	< 50
Tartuntalujuus, MPa	> 1	> 1	> 1	> 1
Vetolujuus, MPa	> 1	> 1	> 1	> 1

Taulukon vasemman puolen arvot soveltuvat portlandsementtipohjaisille tasoitteille ja oikean puolen arvot aluminaattisementtipohjaisille materiaaleille. Jos aluslattian kestävyys on tasoitteen tartuntalujuutta heikompi, rajoitetaan tasoitteen kerrospaksuus 10 mm:iin. Toimenpiteellä estetään mm. kevytbetonialustojen murtuminen kutistumisjännitysten seurauksena. (Alexanderson 1991, s.51)

Tasointemateriaaleille asetetut terveydelliset vaatimukset liittyvät sekä työntekijöiden turvallisuuteen että rakennuksen terveelliseen käyttöympäristöön. Ruotsissa on kiinnitetty erityistä huomiota "sairaiden talojen syndroomaan" ja tutkittu lattiatasoitteiden aiheuttamia mahdollisia terveysriskejä. Asukkaat ovat kärsineet päänsärystä, hui-mauksesta ja väsymyksestä sekä silmien ja hengityselinten ärsyyntymisestä. Syyksi on todettu ihmisen aistima huono sisäilman laatu, mutta yksiselitteistä yhteyttä lattiatasoitteisiin ei ole todistettu. Ongelmana on tasoitteista erittyvien yhdisteiden liian pieni konsentraatio, jotta kyseiset aineet voitaisiin rekisteröidä kaasukromatografilla. Ongelmia on esiintynyt lähinnä kaseiinia eli proteiinipitoista liimaa sisältävien tasoit-teiden kohdalla. Kaseiinia on käytetty tasoitteen työstettävyyttä parantavana lisäaineena, mutta nykyään se on pyritty korvaamaan melamiinipohjaisilla notkistimilla. Voimak-kaasti emäksisessä ympäristössä, kuten sementtipohjaisessa tasoitteessa (pH 13), kaseiini ei pysy stabiilina. Pelkästään kaseiinin läsnäolo ei ole vahingollista, mutta kosteus aiheuttaa kemiallisen hajoamisen, jonka lopputuloksena syntyy ammoniakkia ja amiineja. Ammoniakki reagoi edelleen tuottaen parkkihappoa, joka aiheuttaa tummu-mista ja värivikoja luonnonmateriaaleissa kuten parketti- ja korkkipäällysteissä. Lisäksi ammoniakki kiihdyttää PVC-mattojen pehmentimien ja liimojen reagointia alkalisessa ja kosteassa ympäristössä muodostaen mm. 2-etyyliheksanolia. Tämä yhdessä amiinien



kanssa aiheuttaa pahaa hajua ja muita mahdollisia terveysriskejä (Hellström, s.15...18).  
Kaseiinipitoisten lattiatasoitteiden vahinkomekanismi on esitetty kuvassa 3.



*Kuva 3. Kaseiinipitoisen lattiatasoitteen vahinkomekanismi (Hellström, s.18).*

Ruotsissa tasoitemateriaalien tyyppihyväksynnän lähtökohtana on kaseiinia tai muita proteiinipitoisia aineita sisältävien tuotteiden kieltäminen. Suomessa käyttöä ei ole kielletty, vaikka ammoniakkin erittyminen kosteissa olosuhteissa on kiistatta todettu myös suomalaisissa tutkimuksissa (Rautiainen, s.23).

Terveydellisiin vaatimuksiin kuuluu osana myös työturvallisuus. Tasoitteiden sisältämistä terveydelle vaarallisista materiaaleista tulee olla selkeä TVATM-järjestelmän (Terveydelle vaarallisten aineiden tunnistus- ja merkintä) mukainen merkintä pakkauksessa ja käyttöturvallisuustiedote työmaalla. Pohjustusaineet sisältävät usein terveydelle vaarallisia liuottimia, joista tulee olla LT-ryhmän (Liuotteiden työturvallisuusryhmä) mukainen merkintä pakkauksessa. Yleinen suositus on käyttää vesiliukoisia tuotteita.



### 3. Nykyiset tasoitusmenetelmät ja -materiaalit

#### 3.1 Tasoitemateriaalit

Tasoitemateriaalit voidaan ryhmitellä pääsideaineen, täyttökylvyn, kosteudenkestominaisuuden, levitystavan ja sekoitustavan perusteella. Pääsääntöisesti lattia- ja seinätasoiitteet ovat eri tuotteita, mutta joitakin käsinlevitettäviä tasoiitteita voidaan käyttää sekä pysty- että vaakapinnoille.

##### 3.1.1 Jako pääsideaineen mukaan

Tasoite koostuu erilaisista orgaanisista ja epäorgaanisista sideaineista, epäorgaanisista täyteaineista sekä synteettisistä lisäaineista. Pääsideainekoostumuksen mukaan tasoiitteet voidaan jakaa neljään ryhmään:

1. Kipsipohjaiset tasoiitteet
2. Sementtiin ja kalkkiin perustuvat tasoiitteet
3. Muovidispersioihin perustuvat tasoiitteet
4. Vesiliukoisiin liimoihin perustuvat tasoiitteet

##### Kipsipohjaiset tasoiitteet

Kipsipohjaiset tasoiitteet sisältävät kipsiä, orgaanisia vesiliukoisia liimoja sekä vaihtelevan määrän kiviainetäytettä.

Suomessa käytetään kipsitasoitetta lähinnä pumpattavan lattiatasoiitteen muodossa. Kipsipohjainen tasoite on erotettava kipsilaastista, jota käytetään seinien ja kattojen käsi- tai konerappauksessa. Kipsilaastilla voidaan tehdä helposti jopa 50 mm:n paksuisia kerroksia, ja yhdistää näin etuoikaisu- ja tasoiitekasittely. Kipsilaastilla saavutetaan pohjatasoiitetta vastaava pinta, jonka päälle voidaan levittää muukin kuin kipsipohjainen hienotasoiite.

Kipsin etuna on nopea kuivuminen paksuinakin kerroksina, lähes täydellinen kutistumattomuus ja palon leviämistä hidastava vaikutus. Haittana on huono vedenkestävyys ja lyhyt käyttöaika, noin 20 minuuttia. Kipsipinta on tosin viimeisteltävissä 30...50

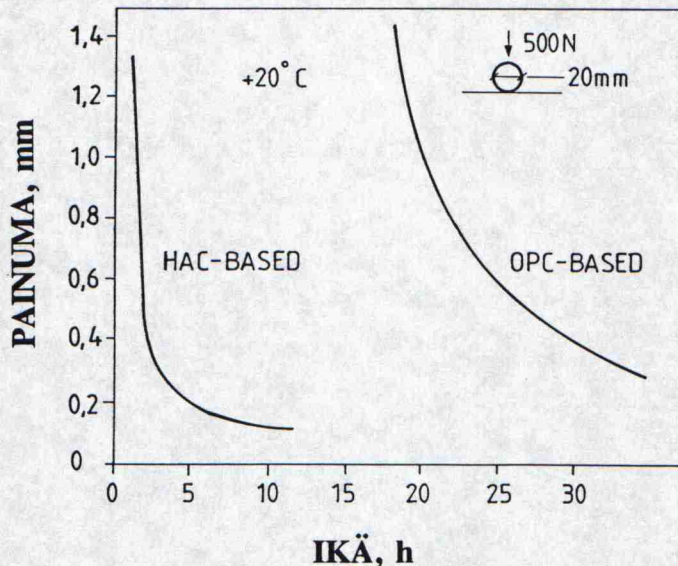


minuutin ajan. Tartunnan parantamiseksi betonipinnat käsitellään pohjustusaineilla tai pintaan asennetaan teräsverkko. Kipsiä käytetään lähinnä saneerauskohteissa, mutta sen käyttö on lisääntynyt myös uudisrakentamisessa. (Johansson, s.5-6; Nummelin 1988, s.15-17)

### Sementtipohjaiset tasoitteet

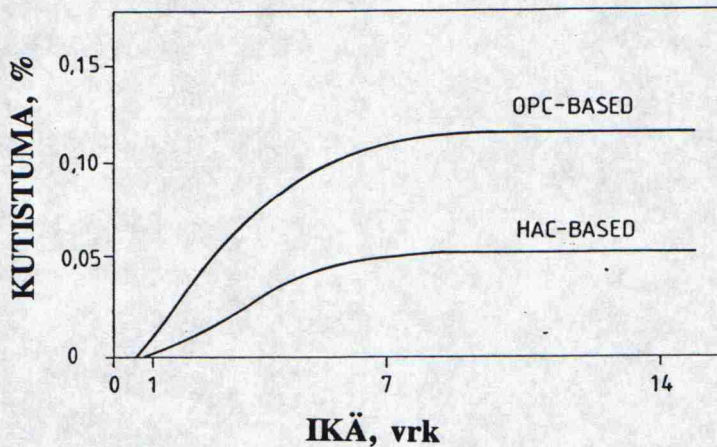
Sementtipohjaisten tasoitteiden pääsideaineena on portlandsementti tai jokin erikoissementti ja täyteaineena erilaiset kivijauheet tai luonnonhiekkia. Käytettyjä erikoissementtejä ovat mm. valkosementti, jolla saadaan valkeita tasoitteita, ja kalsiumaluminaattisementti, jota käytetään nopean kovettumiskykynsä takia pikatasoitteiden pohjana.

Lattiatasoiitteet ovat pääasiassa sementtipohjaisia ja siten vedenkestäviä. Tartunnan varmistamiseksi ja huokosten tiivistämiseksi betonilattiat on yleensä käsiteltävä pohjustusaineilla ennen tasoitteen levitystä. Korjausrakentamiseen on kehitetty kuituvahvisteisia lattiatasoiitteita. Aluminaattisementtien käyttö lattiatasoiitteiden sideaineena vähentää kuivumisen yhteydessä syntyvien kutistumishalkeamien määrää. Kuvissa 4 ja 5 on vertailtu portlandsementin ja aluminaattisementin ominaisuuksia. (Alexanderson 1990, s.49...50)



Kuva 4. Portlandsementti- ja aluminaattisementtipohjaisten lattiatasoiitteiden alkukovettuminen. OPC = tavallinen portland sementti, HAC = aluminaattisementti (Alexanderson 1990, s.49).





*Kuva 5. Portlandsementti- ja aluminaattisementtipohjaisten lattiatasoitteiden kuivumiskutistuminen (RH = 50%). OPC = tavallinen portland sementti, HAC = aluminaattisementti (Alexanderson 1990, s.50).*

Sementtipohjaiset seinä- ja kattotasoiitteet ovat vedenkestäviä, ja yleisesti ottaen niissä on havaittu vähemmän kutistumishalkeamia kuin muissa tasoitetyypeissä. Käytettäessä tasoitetta ohuina kerroksina, tulee kuitenkin kiinnittää erityistä huomiota pinnan jälkikasteluun, sillä liian nopea kuivuminen edesauttaa halkeamien syntyä. Sementtipohjaisten tasoitteiden loppulujuus määräytyy sementin hydrataatioasteen mukaan.

Sementtitasoitteiden pH on noin 12, mikä vaatii emäksenkestävän maalin esim. epoksiesteri-, epoksireaktio- tai kloorikautsumaan pinnoitteeksi. Lattiatasoiitteet saattavat lisäksi sisältää kaseiinia, mikä ei sovellu käytettäväksi luonnonmateriaalien kanssa. Haittana voidaan pitää lyhyttä käyttöaikaa 0,5...4 tuntia. Sementtipohjaisista tasoitteista löytyy eri karkeusasteita, ja ne soveltuvat sekä käsin- että koneelliseen levitykseen. (Johansson, s.7; Karlsson, s.28)

### **Muovipohjaiset tasoiitteet**

Muovidispersioihin perustuvien nk. märkä- eli valmistasoiitteiden pääsideaineena ovat erilaiset muovidispersiot ja täyteaineena kalsiitti- tai dolomiittijauhe. Kevyttasoiitteissa käytetään täyteaineena alumiinisilikaattia tai mikroskooppisia muovihelmiä. Alumiinisilikaatti koostuu pienistä keraamisista helmistä, joita saadaan siivilöimällä hiilivoimalaitosten sähkösuodattimiin kertyvää lentotuhkaa. Kaasutäytteisiä muovihelmiä valmistetaan lämpöteknisesti ja ne ovat alumiinisilikaattitäytettä huomattavasti kevyempiä.



Valmistasoiitteita käytetään kuivissa sisätiloissa ja tilapäiseen kosteusrasitukseen joutuvissa tiloissa kuten kylpyhuoneissa. Sideaineen määrää ja laatua vaihtelemalla voidaan tasoitteiden kosteudenkesto-ominaisuuksia muuttaa.

Valmistasoiitteiden käytön etuna on välttyminen tasoitteen sekoitusvaiheelta, mikä säästää työntekijöitä ja takaa massan tasalaatuisuuden. Valmistasoiitteet ovat lähes hajuttomia, niiden työstäminen on kevyttä ja työstöaika pitkä. Kevyttasoiitteet helpottavat edelleenkin työntekoa ja niiden kuivumiskutistumat ovat olemattomat. Tasoitepinnan pH on neutraali, joten se voidaan maalata kaikilla maalityypeillä. Valmistasoiitteet vaativat tarkat varastointiolosuhteet, sillä tasoitteet eivät kestä jäätymistä. Tasoitteet sopivat sekä käsin- että koneelliseen levitykseen, ja niitä valmistetaan eri karkeusasteita. Ruiskutettavien valmistasoiitteiden täyttökyky ei ole kuitenkaan yhtä hyvä kuin vastaavien hiekkatasoiitteiden, joten tasoitettavien alustojen on oltava patterimuotissa valetun elementin luokkaa. Valmistasoiitteet soveltuvat hyvin saneerauskohteisiin, sillä niillä voidaan tasoittaa vanhan maalipinnan päälle.

### **Liimapohjaiset tasoitteet**

Vesiliukoisiin liimoihin perustuvien tasoitteiden täyteaineena on yleisimmin valkoinen kalkkikivijauhe. Nämä tasoitteet eivät kestä kosteutta, joten niiden käyttökohteena ovat ainoastaan kuivat sisätilat. Kosteusongelmia ovat tasoitteiden kellastuminen tai irtoaminen alustastaan. Pelkän tasoitepinnan lujuus ei myöskään riitä kestämaan seinäpintoihin kohdistuvia rasituksia, joten tasoite vaatii aina pinnoitteen. Liimapohjaisen tasoitteen pH on 8-9, mikä sallii kaikkien maalityyppien käytön. Ruiskupinnaksi jätettäviä sisäkattoja ei maalata, joten pinta ei ole pesunkestävä. Mikäli esim. keittiön tai pesutilan seinään tulee vesiohenteisella liimalla kiinnitetty tiivis muovipäällyste tai kaakelointi, on käytettävä kosteudenkestävää tasoitetta, jotta tasoite ei pehmene veden vaikutuksesta.

Liimasideaineisia tasoitteita on kahta karkeusastetta, joita voidaan levittää käsin tai ruiskuttamalla. Liimasideaineiset tasoitteet ovat työstö- ja käyttöominaisuuksiltaan helpompia kuin sementtipohjaiset tasoitteet. Lisäksi ne ovat hinnaltaan halvempia verrattuna kosteudenkestäviin tasoitteisiin (Johansson, s.6; Nummelin, 1984 a, s.27). Liimasideaineisia ja sementtipohjaisia tasoitteita kutsutaan ammattipiireissä yhteisesti hiekkatasoiitteiksi erotuksena valmistasoiitteista ja kipsituotteista.



### 3.1.2 Jako täyttökivyn mukaan

Valmiin tasoitepinnan laatu määräytyy seinään tai lattiaan valitun päällysteen vaatimusten mukaan. Pinnan sileys ja tasaisuus saadaan aikaan tasoituskertojen määrällä, ja kerroksen paksuus taas vaihtelee alustan laadun ja työtavan mukaan. Tasoitteen täyttöominaisuudet riippuvat suurelta osin täyteaineen maksimiraekkoosta ja raejakautumasta. Maksimiraekko säätelee myöskin seinätasoitteen kerrospaksuutta siten, että maksimiraekko on 60% minimikerrospaksuudesta. (Johansson, s.3)

Tasoitteen halkeilemattomuus on kiinni täyteaineen laadusta ja määrästä suhteessa sideaineen määrään. Kun täyteainetta on suhteessa liikaa, tasoite on vaikeasti levitettävää. Päinvastaisessa tapauksessa tuote on vaikeasti hiottavaa. Yleisimmin käytettäviä täyteaineita ovat kaoliini, dolomiitti, liitu, kvartsi ja kalkki. Kipsiä ja sementtitäyteaineita voidaan käyttää ainoastaan kuivassa olomuodossa säilytettävissä tasoitteissa, koska ne reagoivat veden kanssa. (Rissanen 1990, s.26)

Seinä- ja kattotasoiitteet voidaan täyttökivyn mukaan jakaa kolmeen karkeusasteeseen:

1. Karkeatasoite	max.raekoko 0,5...2 mm
2. Pohjatasoite	max.raekoko 0,2...0.6 mm
3. Pintatasoite	max.raekoko 0,1...0.3 mm

Karkeatasoiitteet (tiilitasoiitteet) ovat enimmäkseen sementtipohjaisia oikaisu- ja paikkausmassoja, joita voidaan levittää käsin tai koneellisesti. Ne soveltuvat seinien ja kattojen etuoikaisuun, reikien ja putkiläpivientien paikkauksiin ja kulmien korjauksiin. Osa tasoitteista soveltuu sekä pysty- että vaakapinnoille, jolloin kysymykseen tulevat myöskin lattioiden kallistukset ja tasoitukset. Maksimikerrospaksuudet ovat osittain-tasoituksessa 30...50 mm ja ylitasoituksessa 5...25 mm.

Pohjatasoiitteella käsitellään etuoikaistu ja paikattu seinä tai katto, ja tällainen pinta riittää yleensä tapetille. Rajanveto karkeatasoiitteisiin on häilyvä, sillä osa karkeatasoihteista toimii samalla pohjatasoiitteena. Tällainen materiaali on kipsilaasti, joka ei välttämättä vaadi tasoitekäsittelyä ennen pinnoittamista. Pohjatasoiitteen levitys tapahtuu joko käsin tai koneellisesti ja maksimikerrospaksuudet ovat osittaintasoituksessa 5...10



mm ja ylitasoituksessa 2...5 mm. Valmistasoitteista löytyy karkeusasteeltaan pohjatasoitteisiin lukeutuvia nk. kevyttasoitteita, joiden täyttökyky yltää aina 30 mm:n saakka ilman halkeilua.

Pinta- eli hienotasoitteella viimeistellään maalattava pinta. Tuotteiden nimet saatavat aiheuttaa sekaannusta, sillä osa valmistajista nimeää sementtipohjaiset hienotasoitteiksi ja liimapohjaiset pintatasoitteiksi. Maksimikerrospaksuus on osittaintasoituksessa 5 mm ja ylitasoituksessa 2...3 mm. Myös hienotasoitteisiin kuuluu kevyttasoitteita, joiden täyttökyky on tavallista parempi.

Lattiatasoitteissa täyteaineen raekoko ei korreloi yhtä selvästi täyttökyyvyn kanssa kuin seinä- ja kattotasoitteissa. Karkeasti lattiatasoitteet voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

1. Oikaisutasoite	kerrospaksuus 1...50 mm
2. Yleistasoite	kerrospaksuus 1...30 mm
3. Hienotasoitte	kerrospaksuus 1....5 mm

Tämä jaottelu koskee lähinnä käsinlevitettäviä massoja, sillä itsestäänsiliävät, pumpattavat tasoitteet toimivat samalla sekä oikaisu- että viimeistelykerroksena. Jako ei myöskään välttämättä vastaa eri tuotteiden markkinointinimiä.

Oikaisutasoitteita käytetään ontelolaatan saumojen ja kolojen täyttöön, paikkauksiin ja kallistusten tekoon. Useimmat oikaisutasoitteet ovat nopeasti kovettuvia ja ne voidaan päällystää vielä samana päivänä. Tasoitteet ovat sementtipohjaisia ja ne levitetään teräslastalla tai linjaarilla. Oikaisutasoitteiden maksimiraekoko vaihtelee välillä 0,4...1 mm. Myös pumpattavilla lattiatasoitteilla on mahdollista päästä vastaaviin kerrospaksuuksiin. Markkinoilla oleva ruotsalainen tuote (ABS 311 Grosso) vaatii kuitenkin vielä hionnan tai hienotasoituksen ennen päällysteen kiinnitystä ja sen kuivumisnopeus on 1 vko/5 mm/20°C.

Yleistasoite soveltuu tasoiuksiin suoraan valmiiksi pinnaksi tai pohjatasoiuksiin ennen hienotasoitetta. Useimmat yleistasoitteet ovat itsestäänsiliäviä ja ne levitetään teräslastalla. Maksimiraekoko vaihtelee välillä 0,3...1 mm. Pumpattavien lattiatasoitteiden täyttökyky ulottuu 30 mm:n saakka niin sementti- kuin kipsipohjaisillakin tuotteilla, ja



niillä saadaan suoraan pinnoitusvalmista pintaa. Maksimiraekoko on noin 0,5 mm. Joukkoon kuuluu myös erikoisementtiin perustuvia pikatasoitteita, jotka ovat matto-kuivia kuivilla alustoilla jo seuraavana päivänä .

Hienotasoitteet ovat käsitasoitteita betonilattioiden viimeistelyyn. Levitys tapahtuu leveällä teräslastalla. Maksimiraekoko vaihtelee välillä 0,1...0,3 mm.

### **3.1.3 Jako kosteudenkesto-ominaisuuden mukaan**

Toiminnallisen ajattelutavan mukaan tasoitteet voidaan jakaa seuraavasti:

1. Kuivien tilojen tasoitteet
2. Kosteiden tilojen tasoitteet
3. Märkien tilojen tasoitteet

Tämä jakoperuste noudattelee pääsideaineen mukaista jaottelua siten, että kipsipohjaiset ja vesiliukoisiin liimoihin perustuvat tasoitteet ovat vesiliukoisia eli kuivien tilojen tasoitteita. Sementtipohjaiset tasoitteet ovat kosteudenkestäviä eli kosteiden ja märkien tilojen tasoitteita. Muovidispersioihin perustuvat tasoitteet asettuvat edellämainittujen väliin riippuen tuotteen koostumuksesta ja soveltuvat näin ollen kosteisiin tiloihin. (Johansson, s.10)

### **3.1.4 Jako levitystavan mukaan**

Tuotteet voidaan jakaa työmenetelmän mukaisesti joko käsinlevitettäviin tai koneellisesti levitettäviin tasoitteisiin. Käsinlevitettäviä tasoitteita käytetään niin seinä- kuin lattiatöissä silloin, kun koneellinen työmenetelmä ei ole taloudellista tai tehdään pieniä oikaisuja täyttötöitä. Käsinlevitettävät lattiatasoitteet voidaan jakaa itsestään tasoittuviin ja linjaarilla tasoitettaviin materiaaleihin. Itsestään tasoittuvat tuotteet ovat juoksevia massoja, jotka voidaan kaataa suoraan lattialle. Linjaarilla työstettävät tasoitteet vaativat erillisen levityksen ja pinnan hiertämisen.

Koneellisesti levitettävät tasoitteet tarkoittavat seinätasoitustyössä ruiskutettavia ja lattiatasoitustyössä pumpattavia tuotteita. Useimpia koneellisesti levitettäviä tasoitteita



voidaan levittää myös käsin, mutta käsituotteita ei ole tarkoitettu koneelliseen käyttöön.

### 3.1.5 Jako sekoitustavan mukaan

Työtekniseltä kannalta tasoitteet voidaan jakaa seuraavasti:

1. Kuivatasoitteet
2. Valmistasoitteet

Kuivatasoitteet toimitetaan työmaalle kuivana säkkitavarana, ja niihin lisätään vesi vasta työkohteessa. Kuivatasoitteita ovat kipsi-, liima- ja sementtiseideaineiset tasoitteet, joiden varastointiin työmaalla on kiinnitettävä huomiota: tasoitteet kestävät pakkasta mutta ovat arkoja kosteudelle. Varastointiajat vaihtelevat puolesta vuodesta vuoteen.

Käsinlevitettävien tasoitteiden sekoitus tapahtuu vispilällä varustetulla sähköporakoneella tai ruisku-/pumppulaitteen säiliössä olevalla automaattisekoittajalla. Tuotekohtaisia sekoitusohjeita tulee noudattaa tarkoin, sillä väärä vesimäärä tai lämpötila muuttavat tasoitteen ominaisuuksia. Varsinkin vesiliukoisiin liimoihin pohjautuvissa tasoitteissa on tärkeää huolehtia riittävän pitkästä seisosusajasta, jotta sideaineet liukenevat täydellisesti. Sideaineiden liukenemisnopeus kasvaa lämpötilan kohotessa. Kuitenkin lähes kaikki tasoitteet sisältävät sellaisia komponentteja, jotka menettävät toimintakykynsä +40...50°C lämpötilassa.

Tasoitemassan ja alustan minimilämpötilaksi voidaan nyrkkisääntönä määritellä liimasideaineisille seinätasoitteille +10°C ja sementtipohjaisille +5°C. Sementtipohjaiset lattiatasoitteet vaativat kuitenkin +10...+20°C lämpötilan. Käyttöolosuhteet tulee tarkistaa tuotekohtaisesti. (Johansson, s.4)

Pumpattavien lattiatasoitteiden levitys tapahtuu tehokkaimmin käyttämällä pumppuautoja tai siiloja, jolloin säästytään tavaran vastaanotolta, varastoinnilta ja säkkien nostelulta. Tasoite tulee työmaalle pumppuautossa tai siilossa kuivana irtotavarana, ja vesi lisätään automaattisekoittimeen vasta paikan päällä. (Rissanen 1989, s.12)



Valmistasoitteet eli märkätasoitteet ovat muovidispersioihin perustuvia, heti käyttövalmiita seinä- ja kattotasoitteita. Ne pakataan joko muoviasiastioihin tai -säkkeihin riippuen pakkauskoosta ja levitystavasta. Koneelliseen levitykseen on kehitetty tasoiteruisku, jonka säiliön päällä on mankeli muovisäkkien tyhjentämistä varten. Työntekijä ei tässäkään tapauksessa säästy säkkien nostelulta, mutta pölyhaitat on eliminoitu. Valmistasoitteita voidaan varastoida jopa vuosi olettaen etteivät ne missään vaiheessa pääse jäätymään.

### 3.1.6 Pohjustusaineet

Tasoitteen ja betonialustan välistä tartuntaa voidaan parantaa tarkoitukseen kehitetyillä pohjustusaineilla eli primereilla. Esikäsittely on suoritettava aina, kun tasoitettava pinta on kovin huokoinen ja imevä (esim. Siporex), hiekoittuva ja pölyävä tai tiivis ja imemätön (esim. vanha maalipinta). Erityisen tärkeää pohjien arviointi on lattiatasoituksissa ja saneerauskohteissa. Ennen varsinaista pohjustusta betonipinnat on puhdistettava irtonaisesta maalista, valkokalkista, rasvasta, liasta ja irtoroskista. Lisäksi betonin heikko pintakerros ja sementtiliima hiotaan pois. Saneerauskohteissa vanhat sementtipohjaiset tasoitteet voidaan jättää aluslattiaan, mikäli ne ovat lujasti kiinni. Kipsipohjaiset tasoitteet tulee poistaa. Liimoista kontakti- ja hartsiliimat voidaan jättää, mutta pehmeät sulfiitti- ja bitumiliimat on poistettava. (Karlsson, s.29)

Pohjustusdispersiot ovat nestemäisiä liuoksia, jotka levitetään alustaan telalla, lastalla tai harjalla. Aineet muodostavat tiiviillä alustoilla tartuntasillan betonin ja tasoitteen väliin. Huukoilla pinnoilla ne muodostavat ilmahuokosten päälle "kannen", joka estää alustassa olevaa ilmaa nousemasta ylös ja aiheuttamasta "kraatereita" tasoitekerrokseen. Mikäli voimakkaasti imeviä pohjia ei pohjusteta, imeytyy tasoitteessa oleva vesi alustaan, jolloin tartunta heikkenee ja tasoitteen kutistumishalkeamat lisääntyvät. Liuoksilla on lisäksi kyky sitoa vettä sementtisideaineisissa tasoitteissa, mikä on tärkeää kovettumisprosessin kannalta. Lisäämällä dispersiota suoraan tasoitemassaan voidaan parantaa tasoitteen työstettävyyttä, sitkeyttä ja kulutuskestävyyttä.

Pohjustusaineiden koostumukset vaihtelevat runsaasti. Markkinoilla on hartsi-, neopreeni-, sekapolymeeri-, PVA- ja akryylipohjaisia dispersioita. Hartsi- ja neopreenipohjaisen aineiden etuna on hyvä tarttuvuus ennenkaikkea sileisiin ja tiiviisiin pintoihin.



Haittapuolena ovat paha haju ja myrkyllisyys. Muut dispersiot sekoitetaan yleensä veteen ja ne ovat lähes hajuttomia. Akryylipohjaisten dispersioiden etuna on niiden hyvä kosteudenkestävyys. (Karlsson, s.28)

### **3.2 Tasoitustyön suoritus**

#### **3.2.1 Työvaiheet**

Pinnan käsittelytarpeen mukaan tasoitustyövaiheet voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

1. Oikaisutasoitus
2. Pohjatasoitus
3. Pintatasoitus

Käsittely-yhdistelmät määräytyvät alustan karkeuden ja suoruuden sekä valmiin pinnan laatuvaatimusten mukaan. Työselityksissä määrätään seinille ja katoille käsittelykerrat (esim. 2½ kertainen tasointi maalattaville pinnoille), mutta lattioiden kohdalla tällaista käytäntöä ei ole. Jaottelu pätee lattioiden kohdalla, kun käytetään käsinlevitettäviä tasointeja. Pumpattavat lattiatasointeet toimivat samalla oikaisu-, pohja- ja pinta-tasointeina.

Tasointikäsittelytapoja on kaksi:

1. Osittaintäyttö/-tasointi
2. Ylitäyttö/-tasointi

Osittaintasointuksella tarkoitetaan saumojen, kolojen ja syvennyksien täyttöä oikaisu-, pohja- tai pintatasointeella. Käsittely kattaa korkeintaan 30...40% tasointtavasta pinta-alasta. Lattioiden tasointuksessa osittaintäyttö on tehtävä ennen ylitäyttöä, mutta seinä- ja kattotöissä se voidaan tehdä myös ensimmäisen ylitäytön jälkeen. Ylitasointi tarkoittaa nimensä mukaisesti koko pinnan käsittelyä kauttaaltaan. (Nummelin 1984 b, s.28...29)



### Seinien ja kattojen tasoitus

Seinien ja kattojen tasoitustyötä edeltävät betonipintojen jälkityöt, joihin luetaan piikkaus, hionta, etuoikaisu ja paikkaus. Urakkasopimuksesta riippuen myös etuoikaisu-työt voivat kuulua tasoitustyöryhmälle. Etuoikaisuun käytetään sementtipohjaisia oikaisumassoja tai laastirappausta silloin, kun tasoitteiden täyttökyky ei riitä. Saneerauskohteissa etuoikaisuvaiheeseen kuuluvat lisäksi aukkojen ja kulmien paikkaus ja vahvistaminen tarvittaessa esim. lasikuituverkolla.

Varsinainen tasoitustyövaihe alkaa ikkunoiden, ovien ja pattereiden suojaamisella muovilla. Putket voidaan rasvata tai peittää muovilla tai kreppipaperilla roiskeiden irtoamisen helpottamiseksi. Työympäristön tulee olla siivottu ja vapaa liikkumista haittaavista esteistä. Valmisteleviin töihin kuuluvat työvälineiden, koneiden ja materiaalien siirto kohteeseen sekä koneiden säätöjen tarkistus. Seuraava työvaihe on massan valmistus, mikäli käytetään kuivatasoitteita. Valmistasoiitteet ovat heti käyttövalmiita.

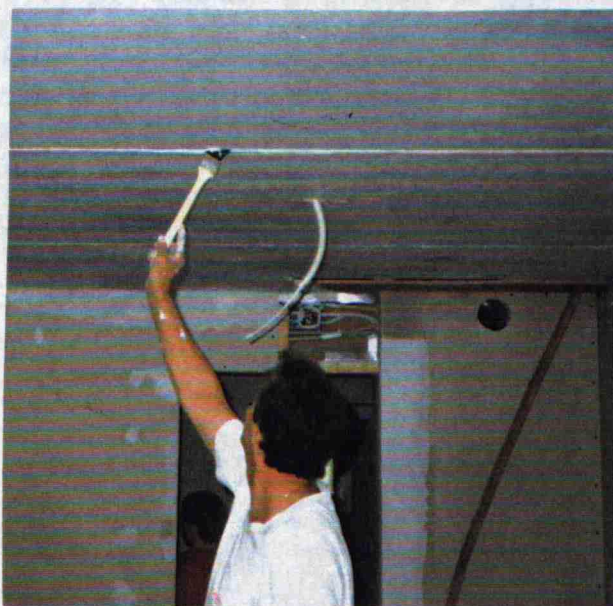
Etuoikaisun jälkeen suoritetaan pohjatasoitus, joka voi olla sekä osittain- että ylitasoitusta. Työvaiheita ovat: massan levitys ruiskuttamalla tai käsin, liippaus ja hionta. Pohjatasoitettu pinta kelpaa yleensä tapettipohjaksi.

Pintatasoitus on ylitasoitusta, jolla viimeistellään pinta maalialustaksi. Maalaamattomissa katoissa pintatasoite ruiskutetaan haluttuun karkeuteen ja jätetään sellaisenaan käyttöpinnaksi.

Kunkin työvaiheen jälkeen pinnat hiotaan ja puhdistetaan pölystä eli suoritetaan välihiontoja ja loppuhionta.

Ruotsissa on vakiintuneena työtapana viimeistellä nurkat, jiirit ja V-urat veteen kastetulla pensselillä, mikä on huomattavasti nopeampaa kuin lastoilla työskentely. Suomessa menetelmää ei juurikaan käytetä johtuen liimasideaineisten tasoitteiden huonosta vedenkestävyydestä. Ruotsissa käytetään pääsääntöisesti valmistasoiitteita.





*Kuva 6. Nurkkien, jiirien ja V-urien viimeistely vedellä ja pensselillä.*

### **Lattiatasointus**

Betonilattioiden käsittely aloitetaan piikkauksella ja siivouksella, jotta tasoitemenekkiä lisäävät kohoumat ja roiskeet saadaan pois. Riippumatta siitä, käytetäänkö käsi- vai pumpputasoitteita, suurimmat painumat ja ontelolaattojen saumat tulee oikaista ennen ylitasointusta. Varsinkin ontelolaattojen reiät ja aukkojen reunat on tukittava huolellisesti, jottei juokseva tasoite täytä onteloita. Tämä osittaintäyttö vastaa seinien etuoikaisua, ja siinä käytetään karkeita oikaisumassoja tai itsetasoittuvaa lattiatasointetta. Huolelliset etuoikaisutyöt takaavat ylitasointuksessa pienemmän materiaalimenekin, joutuisamman työnteon ja tasaisemman lattian. Ylitasointus voidaan suorittaa osittaintäytön ollessa kävelynkestävä.

Tartunnan varmistamiseksi alusta tulee puhdistaa huolellisesti: pöly ja roskat imuroidaan, öljy, rasva ja lika pestään liuottimilla tai soodaliuoksella ja vanhoista lattiaista poistetaan maalin, liiman ja kipsitasoitteiden jätteet. Betonilaatan heikko pintakerros ja sementtiliima hiotaan pois. Aluslattia on esikäsiteltävä pohjustusaineilla, mikäli epäillään tartunnan riittämättömyyttä. Käytettäessä itsetasoittuvia tasoitteita on alustan pohjustus pakollista. Mikäli tasoite levitetään useampana kerroksena, täytyy käsittely toistaa jokaisen tasoituskerran jälkeen. Tasoite voidaan levittää, kun primeri ei ole enää lammikkomärkää. Käsitasoitteiden ominaisuuksia voidaan parantaa lisäämällä sekoitusveteen dispersiota.



Pohjatasoituksesta voidaan puhua käsinlevitettävien tasoitteiden yhteydessä, ja sillä tarkoitetaan esim. puuhierrettyjen tai epäonnistuneiden teräshierrettyjen pintojen tasoitusta.

Pintasoituksella viimeistellään vaativien päällystemateriaalien alustat. Mikäli hionnalla ei saavuteta riittävää tasaisuutta, käytetään hienotasoitteita myös itselevittyvien tasoitteiden päällä. Pintatasoitus tiivistää alustan pinnan ja vähentää liimamenekkiä. Pintatasoitukseen on kuitenkin suhtauduttava kriittisesti, sillä se saattaa muodostaa tartuntaa heikentävän kerroksen.

Itsetasoittuvia massoja käytettäessä huoneet erotetaan toisistaan reunaesteillä eli toppareilla erilaisten lattiapäällysteiden tai -korkojen takia, jolloin myös tasoitemenekki on pienempi kuin yhtenäisillä alueilla. Myös aukkojen reunat rajataan puurimoilla, jotka tiivistetään solumuovilla, mineraalivillalla tai laastilla. Esteiden tulee kestää pumppausletkun liikettä.

Muut esityövaiheet riippuvat käytettävästä tasoitemateriaalista ja lattiarakenteesta. Saneerauskohteissa vanhan välipohjan päälle voidaan asentaa erikoislasikuituverkko, jolloin kuituvahvisteinen tasoite toimii heikollakin pohjalla levymäisenä rakenteena eikä välttämättä vaadi tartuntaa pohjaan. Tarvittaessa hyvää askelääneneristystä tehdään lattia uivana rakenteena. Seinän vierustat tiivistetään aaltopahvikulmilla, jonka jälkeen mineraalivillamatto asennetaan puskusaumaan ja saumat teipataan. Akryylivahvisteinen lasikuituverkko kiinnitetään eristekerrokseen, ja se toimii rakenteen raudoituksena. Tasointu tehdään kuituvahvisteisella pumpputasoitteella. Rakenteeltaan tuulettavassa eristyslattiassa asennetaan aluslattian päälle muovieristyslevy, joka lepää nystyröidensä varassa. Lämpölattioissa asennetaan lattialämmityskaapelit ja johdot paikoilleen ennen kuitutasoitteen pumppausta. Maanvaraisessa lattiassa asennetaan seinille reunakaistat, levitetään lämmöneristyslevyt ja peitetään ne limitetyillä bitumipapereilla.

Pumpattavan kipsitasoitteen esivalmisteluihin kuuluu tasomittaajien eli korkopukkien paikalleenmittaus. Korkopukki on yksinkertainen kolmijalkainen metallikehikko, joka poistetaan pumppaustyön edetessä. Tasolaserilla vaaitaan lattian korkein kohta ja korkopukkien sijoittelu aloitetaan ko. pisteestä. Tavallisessa asuinhuoneistossa korkopukkeja tulee yleensä yhdeksän kappaletta/huone säännölliseen järjestykseen.



Ennen lattiapinnoitteen kiinnitystä pinta hiotaan ja siivotaan pölystä. (Nummelin 1984 b, s.28-31 ; Nummelin 1984 c, s.36-39)

### 3.2.2 Työmenetelmät ja -välineet

Tasoitteet voidaan levittää esikäsitellyille pinnoille joko käsin tai koneellisesti. Käsinvitystä käytetään silloin, kun koneita ei tilan ahtauden tai tasoitustyön suppeuden takia kannata käyttää. Tavallisimmat tasoit miehen käsityökalut seinä- ja kattotöissä ovat:

- porakoneeseen asennettu sekoitusvispilä ja sekoitusastia
- oikolauta, pituus noin 2 m
- tasoitustlasta, leveys 5...40 cm
- 1- tai 2-kahvainen tasoitusliippa, leveys 60...110 cm
- varrellinen kattoliippa, leveys 60...100 cm
- hiomakivi tai varrellinen hiekkapaperilasta

Osittaintasoituksessa käytetään 5...40 cm leveää teräslastaa oikaisu- tai pohjatasoitteen levitykseen. Ylitasoitusta tapahtuu 60...100 cm leveällä teräслиipalla, jolle massaa annostellaan kauhalla. Kovalle kulutukselle alttiissa paikoissa kuten ikkuna- ja oviaukoissa voidaan käyttää kulmavahvisteina galvanoitua peltiä tai lasikuitukangasta. (Johansson, s.13)

Ensimmäinen tasoittekerros levitetään seinälle pystysuoraan alhaalta ylöspäin, ja varsinainen ylitasoitusta tapahtuu liipalla voimakkaasti alustaan painaen ja vaakasuoraan vetäen. Hieman kovettunutta tasoitte pintaa voidaan hiertää kostealla sienellä. Seuraavat tasoittekerrokset liipataan kohtisuoraan edellistä vetoa vastaan siten, että viimeinen ylitasoittekerros vedetään pystysuoraan.

Varrellista tasoitusliippaa käytetään kattojen viimeistelyyn. Mikäli asiakirjoissa ei mainita muuta, liipataan kattojen viimeinen ylitasoittekerros kohtisuoraan ikkunaseinään päin. Jos väli- ja yläpohjan ontelolaatat ovat ikkunaseinän suuntaisia, vedetään viimeiset lastanvedot luonnollisesti ikkunaseinän suuntaisesti. Useampia päällekkäisiä tasoittekerroksia vedettäessä on varmistuttava siitä, että edellinen kerros on täysin kovettunut ennen seuraavaa käsittelyä. Pinnat tulee lisäksi hioa jokaisen käsittelykerran jälkeen.



Oikolautaa tarvitaan etuoikaisutöiden yhteydessä, kun esimerkiksi kipsilaastilla tehdään suuria täyttöjä. Tuleva seinäpinta linjataan linjalangalla, ja vesivaakaa apuna käyttäen kiinnitetään metalliset ohjurikiskot kipsikokkareilla. Ohjureita on sekä kulma- että suoran seinän rappauskiskoja (T-kisko). Kipsilaasti levitetään alustalle teräslastalla voimakkaasti painaen tai rappauskauhalla lyöden ja tasoitetaan oikolaudalla tai pitkällä teräslastalla. Kun viimeisen kipsikerroksen pinta on kovettunut riittävästi eli himmentynyt, se kostutetaan kevyesti, käsitellään huopalaikalla ja silotetaan noin 30 cm:n teräslastalla. (Nummelin, 1988, s.15-18)

Viimeisimmän kehittelyn tuloksena Ruotsissa ovat syntyneet telattavat valmistasoitteet seinä- ja kattopinnoille. Työmenetelmänä telaaminen lasketaan käsitöihin, mutta laajoilla pinnoilla se voittaa perinteisen levitystavan nopeudessaan ja ergonomiassaan. Telattavat tasoitteet lukeutuvat nk. kevyttasoitteisiin, joiden tilavuuspaino on 1.0 kg/l eli lähes puolet tavallisten käsitasoitteiden tilavuuspainosta. Työkaluna käytetään 18...25 cm:n levyistä lampaannahka- tai keinoturkistelaa, joka on varustettu metallisella jatkovarrella. Tela kostutetaan vedellä ja upotetaan kokonaan tasoitteeseen imeytymään. Tasoitetta levitetään runsaasti alustalle ja annetaan seistä hetken. Tasoitteen "aukipitäminen" parantaa täyttökykyä. Tämän jälkeen pinta liipataan ja hiotaan normaalisti.

Lattiatöissä käytetään käsitasoitteita silloin, kun pumppaus ei ole taloudellista. Tasoitteiden sekoittaminen tapahtuu vastaavasti kuin seinätasoitteilla ja työvälineetkin ovat samoja. Lattiamiehen tärkeimmät työvälineet ovat 1...2 metrin mittainen oikolauta ja noin puolen metrin mittainen teräslasta.

Lattiatasoitteet jaetaan käsin- tai linjaarilla tasoitettaviin ja itsestääntasoituvuihin massoihin. Lattiakaatojen tekemiseen ja osittaintasoitukseen käytetään karkeita oikaisumassoja, jotka levitetään oikolaudalla ja tasoitetaan teräslastalla. Kävelykuivana pinta voidaan hioa tai hienotasoiittaa. Kaatojen tekeminen onnistuu myös juoksevilla, nopeasti kovettuvilla massoilla, jolloin saadaan kerralla sileämpää pintaa. Tasoitetta kaadetaan ämpäristä tasaisena nauhana lattialle alkaen seinien vierustoilta ja lähestyen sienellä tukittua lattiakaivoa. Itsetasoituvien lattiamassojen levitys tapahtuu vastaavalla tavalla. Tarvittaessa voidaan apuvälineenä käyttää oikolautaa tai lastaa.

Koneellisella levityksellä tarkoitetaan sekä seinätasoitteiden ruiskutusta että lat-



tiatasoitteiden pumppausta. Nämä ovat tehokkaimmat ja nopeimmat tavat ylitasoittaa, mutta taloudellisuus saattaa kärsiä liian pienissä kohteissa.

Seinätasoitteiden levityksessä käytetään mäntäpumppu- tai kierukkaperiaatteella toimivaa tasoiteruiskua, joihin paine synnytetään erillisen kompressorin avulla. Käytökoneistona on tavallisesti hammasvaihemoottori, ja siirtämisen helpottamiseksi ruiskut on varustettu pyöräalustalla, työntöaisoilla ja kantokahvoilla. Osa ruiskuista on varustettu vesiliitännällä ja sekoittimella, jolloin tasoitejauhe voidaan annostella suoraan säiliöön. Yksinkertaisemmassa mallissa tasoite täytyy sekoittaa normaalisti porakoneella erillisessä astiassa ja kaataa valmiina massana ruiskun säiliöön. Massan levitystä varten tarvitaan paineilmaa, joka yhtyy massaan ruiskun suukappaleessa. Kompressorin tehon on oltava vähintään 1000 l/min seitsemän ilmakehän paineella. Käytettäessä kipsi- tai sementtisideaineisia tasoitteita täytyy koneet ja letkut huuhdella välittömästi käytön päätyttyä. Ruiskutusjälkeen voidaan vaikuttaa oikealla ruiskutuspaineella, suutintyypillä ja ruiskutustekniikalla.

Ruotsissa käytetään valmistasoitteille kehitettyä HEMO-merkkistä tasoiteruiskua, jossa paine syntyy hydraulisesti. Tällöin ei tarvita erillistä kompressoria eikä ilmaletkua. Ruiskun käyttö on erittäin kevyttä, sillä 11...20 m pitkä letku on halkaisijaltaan vain 12 mm, käteen muotoiltu suukappale on pieni ja ruiskun säiliön päällä on mankeli tasoi-tesäkkien tyhjentämistä varten. Myös ääni on hiljaisempi kuin kompressoriin liitetyllä laitteella. Ruiskutustuotto on 10...12 litraa minuutissa. Haittapuolena laitteen käytössä voidaan pitää sitä, ettei kertaalleen käytettyä massaa voida laittaa takaisin säiliöön koneen tukkeutumisvaaran vuoksi. Tämä seikka vaatii säästeliään ruiskutustavan omaksumista.



Pumppausmenetelmän käyttö on nopein ja vaivattomin tapa tasoittaa lattioita, ja verrattuna käsitasoitukseen tai pintabetoniin sen käyttö tulee edulliseksi jo 400 m<sup>2</sup>:n kohteissa. Pumpputasoitteet ovat edullisimmillaan kerrospaksuuksien ollessa 4...20 mm. (Turto 1988, s.30)

Tasoite toimitetaan työmaalle säkki- tai irtotavarana riippuen käytettävästä pumppauslaitteistosta. Tasoitepumppuasema vaatii vesi- ja sähköliitännät, joiden häiriötön toiminta on varmistettava tasoitustyön ajaksi. Mikäli tasoitteelle on määrätty alin käyttölämpötila, täytyy työmaalta järjestyä talviolosuhteissa myös kuumaa vettä.

Pienissä laastisekoittimissa ja sekoituspumpuissa annostellaan tasoitejauhetta säkeittäin pumpun säiliöön, jossa tapahtuu sekoitus veden kanssa. Massa johdetaan 1 ¼" ... 1 ½":n kumiletkua pitkin työpisteeseen. Matka sekoitusasemalta levityspaikalle voi olla vaakasuunnassa jopa 300 m, normaalisti kuitenkin 40...80 m. Korkeuseroa voi olla aina 50 metriin saakka, mutta silloin täytyy tinkiä vaakasuuntaisesta etäisyydestä. Pumpun sopiva teho on 15...40 litraa minuutissa. Pumppaustyö aloitetaan huoneen perältä edeten seinästä seinään 20...30 cm:n kaistoina kohti ovea. Työn suoritus vaatii pumppaajalta ammattitaitoa ja huolellisuutta, jotta massa saadaan leviämään tasaisesti ja lattiasta tulee suora.

Säkkien varastoinnilta ja roskien poiskuljetukselta vältytään, jos työmaalle tilataan joko pumppausauto tai vaihtolavalla kuljetettava siilo. Näissä pumppauslaitteissa tasoite kuljetetaan irtojauheena ja vesi lisätään automaattisekoittimeen vasta työmaalla.

Pumppaustyöryhmän tasoitusvauhti on 1000...1500 m<sup>2</sup> päivässä. Täten onkin syytä pyrkiä mahdollisimman suureen tasoitettavaan pinta-alaan, jotta pumppausaseman kuljetukseen, kokoamiseen, purkamiseen ja puhdistukseen kuluva aika suhteessa itse pumppaustyöhön kuluvaan aikaan pysyy kohtuullisena. (Nummelin 1984 c, s.38)

### 3.2.3 Työkunnat

Työkunnalla tarkoitetaan työryhmää, joka suorittaa tasoitustyöt urakkarajaliitteessä määritellyssä laajuudessa. Seinä- ja kattotasoitukset kuuluvat usein samaan urakkaan maalaustöiden kanssa ja lattiatasoitustyö tehdään itsenäisenä urakkana. Työkunnan



kokoonpano määräytyy käytettyjen työmenetelmien mukaan ja työkuntien määrä vaihtelee kohteen laajuuden mukaan.

Seinien ja kattojen ruiskutasoitukseen suorittaa 1...3 ammattimiehen työryhmä, johon saattaa lisäksi kuulua yksi rakennusapumies auttamaan koneiden ja materiaalien siirroissa, suojausten teossa sekä lopettelevissa töissä. Ammattitaitoa vaativia työvaiheita ovat massan valmistus, ruiskutus, liippaus ja hionta. Valmistasoitteiden käyttö mahdollistaa yhden miehen työkunnat, sillä säkkien tyhjennys onnistuu yksin ja tasoitemateriaali antaa riittävästi työaikaa.

Lattiakaatojen teko suoritetaan yleensä betonivalun yhteydessä, jolloin mattomies huolehtii pintatasoituksesta. Mikäli lattiat tasoitetaan käsin ja kallistukset tehdään tasoitteilla, muodostuu työkunta 1...2:sta ammattimiehestä. Lattioiden pumpputasoitukseen suorittaa valmistajan tai maahantuojan valtuuttama urakoitsija tai pääurakoitsija. Työryhmään kuuluu useinmiten kaksi ammattimiestä: toinen hoitaa materiaalisuotön ja toinen tasoitteen levittämisen ja pinnan viimeistelyn.

Kipsilattioiden teko vaatii kolmen hengen työryhmän. Materiaalisuotö tapahtuu säikeittäin ja vaatii yhden annostelijan rappauskoneelle. Lisäksi tarvitaan yksi työmies levittämään massaa letkulla ja toinen poistamaan pintajännitystä harjalla.

### **3.3 Tasoitustöiden aikataulu ja kustannukset**

#### **3.3.1 Tasoitustöiden liittyminen muihin töihin**

Tasoitustöillä on yhtymäkohtia moniin eri työvaiheisiin, joista syntyy työnsuunnittelussa huomioon otettavia riippuvuussuhteita. Töiden suoritusjärjestys ei kuitenkaan ole yksiselitteinen, vaan riippuu esimerkiksi seuraavista tekijöistä:

- rakennuksessa käytetty runkotekniikka
- käytettyjen rakennusosien ja materiaalien valmiusaste
- tottumuskysymykset

Pitkälaattataloissa, joissa on paikalla tehdyt puu- tai metallirunkoiset väliseinät noudatetaan



taan lähes poikkeuksetta seuraavaa työjärjestystä: lattioiden tasoitustyöt, väliseinien runkotyöt, katto- ja seinätasotustyöt, väliseinien levyttäminen, maalaustyöt, kalustetyöt, mattotyöt ja väliovien karmitus. Yleinen suuntaus on ollut pyrkiä vähentämään nk. märkien töiden lukumäärää ja sijoittamaan ne mahdollisimman aikaiseen vaiheeseen, jotta tahdistavia työvaiheita ei syntyisi (Sarin, s.92...93). Tästä syystä lattiat tasoitetaan ennen seiniä ja kattoja, jotta saavutetaan riittävä kuivumisaika ennen mattotöitä. Alaslasketut katot asennetaan seinätasotustöiden jälkeen.

Tasotustöitä edeltäviin betonipintojen jälkitöihin luetaan valmistelevat työt, tarkastus ja merkitseminen, piikkaus, hionta, etuoikaisu ja paikkaus sekä lopettavat työt. Piikkaamalla ja hiomalla poistetaan elementti- ja paikallavalupinnoista ylimääräiset riisteet ja nystermät sekä käsitellään jiirit, kulmat ja pilareiden viisteet. Työ on vaivattominta tehdä heti muottien purun jälkeen, jolloin betoni ei ole vielä täysin kovettunut. Kiintokalusteiden tai alaslasketun katon kohdalla hiojan tulee työstää seinää 15...20 cm:ä korkeammalle kuin tasoittajat, jotta yläosasta ei liippausvaiheessa irtoa hiekkaa. Kolot, sähköroilot ja saumat täytetään ja aaltoilevat pinnat oikaistaan määrättyyn suoruuteen. Seinien etuoikaisu voidaan suorittaa joko ennen tai jälkeen lattiatasoituksen riippuen siitä, kenelle työ kuuluu ja kuinka suurista täytöistä on kysymys. Sisällyttämällä etuoikaisu tasotusurakkaan voidaan saavuttaa säästöjä työ- ja materiaalimenekeissä sekä välttää tasotettavan pohjan laatua koskevilta erimielisyyksiltä.

Ennen tasotustöitä on lisäksi muurattava tiiliväliseinät ja pystytettävä kevyiden väliseinien puu- tai metallirungot. Itse levyt ja pystytolpat voidaan asentaa tasotustöiden jälkeenkin, mutta tasotekerros ei kestä murtumatta puujuoksujen tai teräskiskojen naulaamista lattiaan ja kattoon. Putkiurakoitsijan velvollisuutena on irrottaa lämpöpatterit kertaalleen, mutta työn nopeuttamiseksi pattereiden taustat pyritään tasoittamaan ennen asennusta. Lämpiminä vuodenaikoina voidaan patterit irrottaa tasotustöiden ajaksi joka toisesta kerroksesta.

### 3.3.2 Tasotustöiden suoritusajankohta ja kesto

Sisävalmistusvaiheen osuus rakentamishankkeesta on jatkuvasti kasvanut laatu- ja varustetason kehittymisen myötä, ja asuinkerrostaloissa sen osuus on jo noin 50% kokonaisrakentamisajasta. Toimisto- ja liikerakennusten rakentamisaika vaihtelee



suuresti riippuen kohteen laajuudesta ja käyttötarkoituksesta, mutta sisävalmistusvaiheen osuudeksi on arvioitu 40%...60% kokonaisrakentamisajasta. Tasoitustöiden kesto sisävalmistusajasta on noin 35...50% (Sarin 1977, s.14...16). Tämä ei kuitenkaan vastaa tehollista työaikaa, sillä kestoja pidentävät kuivumisajat ja muut viivästyksset.

Tasoitustyöt voidaan periaatteessa aloittaa heti vesikaton valmistuttua ja rakennuksen vaipan ollessa ummessa, mikäli rakenteet ovat kuivia. Kokemus on kuitenkin osoittanut, että tasoitustyöt tulisi aloittaa aikaisintaan 3...4 viikon kuluttua lämmön päälletulosta. Näin varmistellaan alustojen kuivuutta ja saavutetaan tilaan riittävä työskentelylämpötila.

Tasoitustöiden eteneminen esitetään yleisaikataulun pohjalta laaditussa rakennusvaihe aikataulussa, jonka laadintaan aliurakoitsijoiden tulisi päästä vaikuttamaan. Tasoitustöiden aloitusajankohta olisi sijoitettava niin, että edeltävät työt on saatu päätökseen ja koko rappu tai muu riittävän suuri alue on rauhoitettu tasoitustöille.

Seuraavassa on urakoitsijoiden ja työntekijöiden kokemuseräisiä nyrkkisääntöjä työsaavutuksista tavallisella kerrostalotyömaalla:

- täyselementtitalossa etuputsari oikaisee 200...300 m<sup>2</sup>/tv  
(riippuu smyykien määrästä ja pohjien laadusta)
- suoraa seinää hiotaan ja piikataan koneellisesti 100...200 m<sup>2</sup>/työntekijä/tv
- seinä- ja kattotasoitusta 1½-kert. 200...300 m<sup>2</sup>/kone/tv  
2½-kert. 100...200 m<sup>2</sup>/kone/tv
- kipsirappausta 100...150 m<sup>2</sup>/kone/tv
- lattioiden plaanopumppausta 800...1000 m<sup>2</sup>/kone/tv
- Saneerausplaanoa alusrakenteineen 700 m<sup>2</sup>/kone/tv
- kipsilattioiden pumpputasoitusta ( $\leq 35$  mm) 400 m<sup>2</sup>/kone/tv
- dispersiokäsittelyyn ja kuivumiseen varattava 1 vrk

Monien työvaiheiden kesto määräytyy koneen kapasiteetin mukaan. Mikäli aikataulu on tiukka, voidaan töitä nopeuttaa lisäämällä koneita ja työkiintä. Tällöin on kuitenkin muistettava, että töiden eteneminen vaatii vapaana olevaa työtilaa ja kuivumisajat pysyvät ennallaan.



### 3.3.3 Tasoitustöiden kustannukset

Tasoitustöiden tarkkaa osuutta hankkeen kokonaiskustannuksista on vaikea määritellä johtuen kustannusten litterointitavoista. Tasoitustöiden menekkejä ei seurata itsenäisenä menoeränä, vaan useimmiten ne yhdistetään muihin nimikkeisiin tai jätetään kokonaan huomioimatta. Esimerkiksi lattiatasoitustyöt yhdistetään joko pintabetonointi- tai matto- töihin ja seinätasoitustyöt lasketaan maalaustöiden menekkeihin. Tällainen käytäntö johtuu osaksi töiden kuulumisesta samaan urakkaan ja osaksi tasoitustöiden pienestä kustannusvaikutuksesta.

Käsityksen edellä mainittujen töiden suuruusluokasta saa esimerkiksi Tilastokeskuksen julkaisemasta rakennuskustannusindeksistä kesäkuulta-92, jonka mukaan maalaus- ja tasoitustyöt kattavat 2,9% rakennuskustannuksista. Kyseinen tuotantonimikkeistö sisältää ainoastaan seinä- ja kattopintojen maalaus- ja tasoitustyöt. Lattiatöitä ei ole huomioitu ollenkaan. Hakan omista jälkilaskentatiedoista poimien saatiin seinätasoitustöiden osuudeksi 1,4...1,7% kaikista kustannuksista. Työmailla suoritetuissa haastatte- luissa arvioitiin yhdistettyjen maalaus- ja tasoitusurakoiden suuruudeksi 3...4% rakennuskustannuksista.

Asuinkerrostaloissa voidaan tasoitettavan seinä- ja kattopinta-alan yhteenlaskettu määrä arvioida lattianeliöistä kertoimella, jonka suuruus vaihtelee välillä 1,5...2,5 riippuen asuntojen koosta ja pohjaratkaisun monimuotoisuudesta. Koska plaanopumppauksen keskimääräinen neliöhinta on vastaavasti 1,5...2,5 -kertainen keskimääräiseen seinä- tasoitustyön hintaan verrattuna, voidaan arvioida, että tavallisen lattiatasoituksen kustan- nukset ovat samaa suuruusluokkaa hiekkatasoituksen kanssa. Uivan lattiarakenteen, kuten ääneneristyslattian, kustannukset nousevat sen sijaan 4...5 -kertaisiksi verrattuna seinätasoitustyöhön.

Lattian pumpputasoituksen edullisuutta verrattuna käsinlevitykseen on seurattu Hakan työmaalla. Koekohteena oli asuinrakennustyömaa Espoossa, jossa vertailtiin menetelmi- en kustannuksia 200 m<sup>2</sup>:n ja 600 m<sup>2</sup>:n kokoisilla alueilla. Laskelmissa osoitettiin, että 200 m<sup>2</sup>:n tasoitustyössä käsinlevitys oli yli 12 mk/m<sup>2</sup> halvempaa kuin pumppulevitys. Sen sijaan 600 m<sup>2</sup>:n kokoisen alueen tasoituksessa hintaeroa syntyi enää 3 mk/m<sup>2</sup>. Partek hinnoittelee alle 400 m<sup>2</sup>:n työkohteissa erikseen pumppauskustannukset ja



materiaalin osuuden, ja yli 400 m<sup>2</sup>:n kohteissa hinta muodostuu kiinteän materiaali-menekin mukaan. Voidaankin päätellä, että alle 400 m<sup>2</sup>:n tasoituksissa kannattaa tasoite levittää käsin. Käsityöstä katsottiin lisäksi olevan seuraavia etuja: nopeampi kuivumisai-ka, työnteko ei vaadi lämmintä vettä eikä verkostopainetta, työ voidaan jaksottaa pienempiin osiin ja vältetään pumppausauton varaamiselta.

Suomen Maalarimestariliiton teettämässä tutkimuksessa vertailtiin perinteisen hiekka-tasoitetyön ja valmistasoitetyön eroja ja vaikutuksia työ- ja materiaalimenekkeihin. Kolmella asuinrakennustyömaalla suoritettujen mittausten tuloksena todettiin, ettei valmistasoitteiden käyttö mainittavammin nopeuta tasoitustyötä. Vaikka massan sekoitusvaihe jää kokonaan pois, on se niin pieni osa työn kokonaiskesto-aa, ettei menetelmien välisiä eroja juurikaan synny. Materiaalimenekkien osalta tehdyssä vertailussa osoittautui valmistasoitetyö tasoitettavaa neliömetriä kohden 2 mk kalliim-maksi menetelmäksi. Tutkimuksessa ei sen sijaan vertailtu maalimenekkejä erilaisilla tasoitealustoilla. Maalareiden arvion mukaan valmistasoi- tepinta on tiiviimpää ja väriltään valkoisempaa, mikä saataisi pienentää maalimenekkiä (Rokka, s.12).

Lattiatasoitteiden materiaalimenekeissä on huomattavasti suurempia eroja kuin seinä-tasoitteiden menekeissä. Hakan työmailla tehdyn vuoden mittaisen seurannan tuloksena saatiin Partekin Plaano Plus- lattiatasoitteen keskimääräiseksi kulutukseksi 18,2 kg/m<sup>2</sup>. Vaihteluväli oli kuitenkin 13:sta 25:een kilogrammaan neliömetrillä. Seinätasoitteiden keskimääräinen menekki 2½-kertaisessa tasoituksessa on 2,5 kg/m<sup>2</sup>. Menekit jakautuvat siten, että pohjatasoitetta kuluu 60% eli noin 1,5 kg/m<sup>2</sup> ja pintatasoitetta noin 1,0 kg/m<sup>2</sup>. Hiekkatasoitetyön ja valmistasoitetyön vertailututkimuksessa kului hiekkatasoi- tetta 2,4 kg/m<sup>2</sup> ja valmistasoitetta 2,8 kg/m<sup>2</sup>.

### 3.4 Vaatimusten täytyminen nykyisillä menetelmillä

Nykyisillä työmenetelmillä ja materiaaleilla pystytään valmiista tasoitepinnasta saamaan aikaan sellainen, että se täyttää Rakennustöiden yleisissä laatuvaatimuksissa määritellyt ominaisuudet. Lisäksi RYL -90:ssa esitetyt vaatimukset ovat riittävän tiukat, jotta ne vastaavat rakennusten käyttäjien käsitystä hyvästä lopputuloksesta. Ongelmaksi sen sijaan on muodostunut tasoitustöiden määrä tavoitellun lopputuloksen aikaansaamiseksi



ja siihen kulunut aika.

Ruotsissa kehitys on johtanut tasoitustöiden muuttumiseen mm. materiaalien osalta. Siellä käytetään seinätasoitustöissä pääsääntöisesti erilaisia valmistasoitteita, ja meillä käytettävistä hiekkatasoiteista on luovuttu lähes kokonaan. Tähän muutokseen on yhtenä syynä ollut betonipintojen laadun parantuminen. Suomessa alustojen laatu vaatii edelleen raskaita käsittely-yhdistelmiä ja täyttäviä massoja.

Rungon mittatarkkuudessa tapahtuu varsinkin paikalleenmittausvaiheessa liian paljon poikkeamia, jotka lisäävät etuoikaisu- ja tasoitustyötä. Myös tehdasvalmisteisissa elementeissä on toivomisen varaa: ontelolaatat hammastavat, laattojen pinnat aaltoilevat, seinäelementit ovat käyriä ja reikäisiä ja betonipinnat ovat sementtiliimakerroksen peitossa. Nykyiset betonirakenteiden toleranssi- ja laatuvaatimukset riittäisivät keventämään tasoituskäsittelyä, mikäli tarvittaessa valittaisiin astetta tiukempi luokitus. Suurin puute on kuitenkin laadunvarmistuksessa ja valvonnassa. Tehtailta lähtee huonokuntoisia elementtejä, koska tiedetään, että työmaa ottaa ne suurella todennäköisyydellä vastaan. Elementit olisi tarkistettava ennen asennusta, mutta aikataulun kireys ei salli ylimääräisiä odotusaikoja. Täten tasoitustöiden määrä kasvaa.

Yleisimmät tasoitustöitä koskevat reklamaatiot liittyvät veden ja kosteuden aiheuttamiin vaurioihin. Työmaavalvonnalle asetetut tavoitteet jäävät tässäkin suhteessa täyttymättä, sillä monet vahingot ovat ennalta torjuttavissa. Ennen tasoitustöiden aloitusta tulisi tarkistaa betonialustojen kosteuspitoisuus ja ontelolaattojen vesireikien toiminta. Samalla tulisi tarkistaa, ettei vedelle ja kosteudelle alttiissa tiloissa, kuten kylpyhuoneissa, aiota käyttää kuivien tilojen tasoitteita. Oikeiden työskentely- ja kuivumisolosuhteiden avulla nopeutetaan työvaiheen kestoa.

Lattioiden pumpputasoitus on nopea ja tehokas työtapo, jossa seuraavia työvaiheita tahdistaa ainoastaan lattian kuivumisaika. Tasoitteiden valikoima on nykyään kohtalaisen laaja, joten kuivumisaikaa voidaan säädellä oikeilla materiaalivalinnoilla. Seinien ja kattojen tasoitustyömenetelmät eivät sen sijaan ole kehittyneet samaa vauhtia aikataulusuunnittelun kanssa. Käsityön suuri osuus rajoittaa työvaiheen nopeuttamista. Tasoitemiehen tehollisesta työajasta kuluu keskimäärin 10% massan valmistukseen, 20% tasoitteen ruiskutukseen, 50% liippaukseen ja 20% hiontaan (Rokka, s.11). Ainoa



todellinen keino nopeuttaa työntekoa on vähentää käsittelykertojen määrää. Laitekehityksessä on aukkoja etenkin korjausrakentamisessa, sillä ahtaat tilat vaatisivat pienempiä ja kevyempiä tasoiteruiskuja.



## 4. Tasoitustöihin liittyvät kehittämismahdollisuudet

### 4.1 Suunnittelun kehittäminen

#### 4.1.1 Työselitykset

Arkkitehti laatii rakennushankkeen rakennustyöselityksen, jossa esitetään lattian pintarakenteet, sekä erillisen maalaustyöselityksen, joka sisältää seinien ja kattojen tasoitustyötä koskevat ohjeet. Vaihtoehtoisesti maalaustyöselityksen laatii alan asiantuntijaliike. Tämä on suositeltavaa siksi, että maalaus- ja tasoitealan tuotevalikoima on laaja ja hyvin laadittu työselitys helpottaa tarjouslaskentaa sekä vähentää työmaalla syntyviä epäselvyyksiä ja riitakysymyksiä. Mikäli sopimusasiakirjat ovat sisällöltään ristiriitaisia, on asiakirjojen keskinäinen pätevyysjärjestys yleisten sopimusehtojen mukaisesti seuraava: urakkasopimus, YSE-83, tarjouspyyntö, urakkaohjelma, tarjous, rakennus- ja erikoistyöselitykset, sopimuspiirustukset ja yleiset työselitykset.

Työselitysten tulisi olla työmaakohtaisia asiakirjoja, mutta valitettavan usein näin ei ole. Pahimmillaan tasoitustöitä koskevat ohjeet on kopioitu suoraan vanhoista työselityksistä, jolloin ne eivät välttämättä sovellu ko. kohteeseen. Toisinaan on syntynyt ristiriita määritellyn laatuluokan ja annettujen käsittely-yhdistelmien välillä.

Nykyisen käytännön mukaan maalaustyöselityksessä määrätään tasoituskertojen määrä ja muut käsittely-yhdistelmät huoneohjelman mukaisille pinnoille. Tasoitemateriaalien välillä on kuitenkin eroja täyttökvyssä, joten käsittely-yhdistelmien orjallinen noudattaminen johtaa helposti turhaan ainemenekkiin hyvillä pohjilla. Huonoilla alustoilla tilanne saattaa kääntyä toisin päin eli määritellyn laatutason saavuttaminen vaatii ylimää räisiä tasoituskertoja.

Ongelmatilanne selkeytyisi, mikäli vastuu tasoitustyön lopputuloksesta siirrettäisiin kokonaan urakoitsijalle. Työselityksen ei tarvitse sisältää yksityiskohtaisia tuotenimiä tai käsittely-yhdistelmiä, vaan maininnan pinnoitusmateriaalista, ympäristöolosuhdeluokasta sekä kuvauksen halutusta lopputuloksesta. Tällöin urakoitsija valitsee parhaiten soveltuvat materiaalit ja käsittely-yhdistelmät nähtyään tasoitettavien alustojen kunnon ja laadun. Menetelmän käyttöönoton esteenä on tällä hetkellä mm. yhtenäisen kuvaus-



ja laaduntarkastusmateriaalin puuttuminen.

Maalaus- ja tasoiteurakoitsijan tarjouslaskentaa rasittavat maalausselitysten vaihtelevat merkitsemistavat eri käsittely-yhdistelmille. Suurimmilla rakennusliikkeillä ja rakennuttajaorganisaatioilla on laadittuna työselityksille oma malli, jonka mukaiseen muotoon kunkin hankkeen asiakirjat laaditaan. Tällä toimenpiteellä on osaltaan pyritty pienentämään työselitysten kirjoa, mutta eri mallien välillä on vielä paljon eroja.

Hakan maalaustyöselitysmalli noudattelee tasoitemerkintöjen osalta asuntohallituksen opasjulkaisun mukaisia tunnuksia. Käytäntö on kuitenkin vanhentunut, joten käsittely-yhdistelmien merkitsemistavat tulisi päivittää tasoitetöitä koskevan RT-kortin mukaisiksi. Huhtikuussa 1992 ilmestyneen RT-kortin tunnusjärjestelmä pohjautuu maalaustöissä yleisesti käytössä olevan käsikirjan Maalaus 87/90 mukaiseen tunnusjärjestelmään. Käsittely-yhdistelmän tunnus muodostuu yhdeksän numeron sarjasta, josta selviää tasoituskohde, alusta, ympäristöolosuhdeluokka, tasoitustyön laatuluokka, tasoitustyön jälkeinen käsittely, tasoitetyyppi sekä tasoituskäsittely-yhdistelmä (RT 33-10476, s.5).

Työselitysten luettavuutta voidaan edelleen parantaa liittämällä mukaan selkeästi laadittu huoneselitys. Rakennuskohteen tilaluettelo tulisi esittää taulukkomuodossa, johon on työselityksessä selvitettyillä koodeilla merkitty erilaiset pintakäsittelyt. Työselityksissä tulisi lisäksi välttää viittauksia muihin oppaisiin, sillä monen teoksen käyttö vaikeuttaa niin tarjouslaskijan kuin työnjohtajankin työskentelyä.

#### **4.1.2 Elementtisuunnittelu**

Rakennuksen kosteusongelmien ohella tasoitustöitä hankaloittava seikka on betonipintojen huono laatu, mikä lisää työ- ja materiaalimenekkejä. Vaikka elementtirakentamisen osuus talonrakennustuotannosta on kasvanut aina 1960...1970 luvulta lähtien, ei Suomessa ole saavutettu Ruotsin tasoa hyvälaatuisten betonipintojen määrässä. Osaltaan tämä johtuu tuotantoprosessiin liittyvistä ongelmista, jotka ovat joko kunkin eriytyneen suunnittelu- tai toteutustoiminnon sisäisiä tai näiden toimintojen välisiä ongelmia. Suunnittelun ja tuotannon yhteistyön puutteellisuuden aiheuttamat kustannukset ajautuvat lopulta rakennuksen tilaajan maksettaviksi (Mehto 1983, s.3).



Elementtitehtaiden ja suunnittelijoiden yhteydenpidossa ilmenevät ongelmat johtuvat usein suunnittelun ja valmistuksen puutteellisesta koordinoinnista. Pohjoismaissa laatuvirhekustannuksia selvittäneissä tutkimuksissa on päädytty siihen, että urakoitsijoiden laatuvirhekustannukset ovat keskimäärin 10...15% urakkasummasta. Tästä noin 20% aiheutuu erilaisista rakennussuunnittelun virheistä ja puutteista. Suunnitteluprojektin puutteellinen hoito ja liiallinen suunnittelukustannuksissa säästäminen aiheuttaa siis tuotantovaiheessa merkittäviä lisäkustannuksia.

Informaation kulku suunnittelijoiden ja elementtitehtaiden välillä vaihtelee melkoisesti riippuen niiden keskinäisestä suhteesta. Elementtien suunnittelu voi kuulua tehtaan käyttämälle nk. hovisuunnittelijalle tai tilaajan valitsemalle suunnittelijalle. Ongelmia aiheuttavat eniten tehtaalle vieraat suunnittelijat, jotka eivät tunne tehtaan tuotantotekniikkaa tai ongelma-alueita eivätkä noudata piirustuksissa toivottua esitystapaa. Yksittäisissä suunnittelijoissa tärkein eroja aiheuttava tekijä on suunnittelukokemus. Suunnitelmien puutteet ja virheet johtuvat useimmiten vajavaisista tiedoista, sillä kokemattomat suunnittelijat eivät tunne riittävästi elementtien valmistus- ja asennustekniikkaa (Mehto 1983, s.24).

Betonielementtien mittatarkkuus ja pinnan laatu syntyvät valmistusvaiheessa, joten elementtivalmistajan mielipiteen kuuleminen ennen työselityksen ja suunnitelmien laatimista on ensiarvoisen tärkeää. Muottimateriaalit, tärytysmenetelmät, lämmitys ja elementtien nostotapa voi monesti olla tehtaan valmistusmenetelmästä kiinni. Suunnittelupalavereissa käydään läpi myös aikatauluun ja asennukseen liittyviä asioita. (Mehto 1983, s.43)

Väliseinäelementtien valmistuksessa saavutetaan paras lopputulos valamalla elementit patterimuotissa eikä vaakavaluna, jossa elementin toinen puoli viimeistellään käsin. Patterimuotin käyttö on lisäksi puolet halvempaa kuin vaakamuotin (Mehto 1983, s.57). Patterimuotin käytön reunaehdot tulee täten ottaa huomioon suunnitteluvaiheessa:

- elementin maksimitat ovat 2600...3200 x 6200...6500 mm<sup>2</sup>
- aukot tulee sijoittaa siten, että valaminen ja tärytys on yläkautta mahdollista
- LVI- ja sähkövetojen määrä elementtiä kohden oltava rajallinen; erityisesti vaakavedot ovat hankalia
- ei ulokkeita, tartuntoja tasopinnoissa eikä eristettyjä rakenteita



- ei liian tiheää raudoitusta; molemmissa pinnoissa oleva verkko vaikeuttaa valua ja tärytystä
- taloudellista valmistaa aukottomia elementtejä pitkiä sarjoja
- nostolenkkien sijoitteluun kiinnitettävä huomiota

Julkisivuelementtien suunnittelussa ja laadunvalvonnassa ei aina huomioida tiili- ja klinkkeripintaisten elementtien pyrkimystä käyristyä. Suunnittelijat eivät muutenkaan välttämättä huomioi valmistus-, asennus- ja rakennustoleranssien kumuloitumista. Erilaisia ikkuna- ja oviaukkokodetaljeja sekä kääntyviä pieliä on runsaasti, mikä kuluttaa muottikalustoa jatkuvien muutosten yhteydessä. Ontelolaattojen suunnittelijat eivät aina huomioi jännitettyjen betonielementtien erilaisista kaarevuuksista johtuvia hammastuksia (Mehto 1983, s.42...49).

## **4.2 Betonielementtien laadun parantaminen**

### **4.2.1 Valutekniset keinot**

Tasoitustöiden kannalta oleellisia seikkoja betonielementtien laadussa ovat tasoitettavien pintojen mittatarkkuus ja suoruus, eheys ja aaltoilemattomuus, ikkuna- ja oviaukkojen smyykien suoruus sekä sisäkaton ontelolaattojen V-urien säännöllisyys. Elementtitehtaila näihin ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa valamisvaiheessa, oikealla jälkihoidolla ja varastoinnilla.

Betonielementtien halkeilua voidaan rajoittaa käyttämällä mahdollisimman vähän kutistuvaa massaa, mikä tarkoittaa alhaista vesi-sementtisuhdetta, pientä sementtimäärää ja suurta karkean kiviaineksen määrää. Pieni vesi-sementtisuhde vähentää myös betonin vedenerottumista tiivistysvaiheessa, mikä osaltaan estää pintahalkeamien syntymistä. Vedenerottumista vähentävät lisäksi luonnon runkoaineen käyttö sekä lisähuokostusaineet. Edellä mainitun koostumuksen omaava betonimassa on myös nopean kuivumisen kannalta edullinen. (Mehto 1982, s. 32).

Optimisuhteituksen lisäksi tulee varmistua oikeista valuolosuhteista, kaluston kunnosta ja työsuorituksen huolellisuudesta. Liian alhaisessa lämpötilassa vesi pyrkii nousemaan



valun pintaan, mikä aiheuttaa kovettuneen betonipinnan pölyämistä ja jauhoisuutta. Mineraaliöljyn käyttöä muottiöljynä on yritetty korvata luontoystävällisemmällä kasviöljyllä, mutta lopputulos elementin pinnan kannalta ei ole ollut yhtä hyvä. Mineraaliöljy levittyy tasaisemmin muotin pinnalle, eikä täten aiheuta betonin pinnan rakkoisuutta. Valettaessa patterimuotteihin täytyy reunaterästen paikallapysyvyys varmistaa sidonnoilla. Valussa voidaan lisäksi käyttää apuna valusukkaa, jotta massa täyttää muotin tasaisesti. Muottien kokoamisessa suositellaan magneettikiinnitystä hitsauksen sijaan, sillä hitsausaumat aiheuttavat ylimääräisiä painaumuksia elementtien pintaan. Muottien mittatarkkuus, pintojen puhtaus ja eheys ovat luonnollisesti hyvälaatuisten elementtien perusedellytyksiä. Käsien viimeisteltävissä pinnoissa korostuu työn huolellisuuden ja ammattitaidon merkitys. Tällainen työvaihe on vaakamuottityössä valupinnan liippaus, jossa vaarana on elementin reunojen käyristyminen ylöspäin.

Jälkihoidon tarkoituksena on antaa betonille optimaaliset edellytykset kovettumiseen ja lujuuden kehitykseen. Elementtitehtailla betonin jälkihoidossa esiintyy kuitenkin puutteellisuksia, mikä ei voi olla vaikuttamatta elementtien kutistumishalkeamien ja muiden pintavirheiden määrään. Jälkihoitoon olisi ryhdyttävä jo 30 minuutin kuluttua betonoinnista. Pinnat peitetään veden haihtumisen ja siitä aiheutuvan jäähtymisen estämiseksi, koska lämpötilan lasku aiheuttaa pintaan vetojännityksiä. Hierron tms. käsittelyn lykkääminen mahdollisimman myöhäiseen vaiheeseen vähentää osaltaan kutistumisen aiheuttamia halkeamia (Mehto 1982, s.37).

#### **4.2.2 Betonipintojen jälkitöiden vähentäminen**

Betonipintojen jälkityömenekkeihin ja niistä aiheutuviin kustannuksiin ei ole kiinnitetty riittävästi huomiota. Tuloksellisuutta on mitattu mm. betoni- ja muottityökuntien aikaansaannoksina, jolloin jälkitöiden osuus on kasvanut. Samalla kokonaistaloudellisuus on heikentynyt ja tavoite "kerralla valmista" on unohdettu. Jälkitöistä aiheutuvat kustannukset ovat paikallavalukohteissa samaa suuruusluokkaa kuin muottityökustannukset ja huomattavasti suuremmat kuin itse betonointityön kustannukset (Karhu, s.3).

Tärkeitä tekijöitä jälkitöiden vähentämisessä ovat jatkuva koulutus toteutuksen kaikilla tasoilla ja työvaiheittain suoritettava järjestelmällinen tarkastus. Esimerkiksi työmaalle tulevat elementit on tarkistettava välittömästi, ja mittavirheistä tai laatutason poik-



keamista on heti reklamoitava elementtien toimittajaa. Yhtä tärkeää on merkitä korjattavat kohdat kuin ne alueet, joita ei tarvitse käsitellä. Näin vältetään turhalta tasoitustyöltä, kun kaapistojen paikat on rajattu selvästi.

Elementtirakenteiden jälkitöitä aiheutuu niin tehtaalla tehtyjen virheiden kuin asennus- ja juotostöiden takia. Seuraavassa on esitetty yleisimpiä jälkitöiden syitä ja toimenpiteitä, joilla jälkitöitä voitaisiin vähentää. (Karhu, s.50...58)

### Elementeistä aiheutuvat jälkityöt

Syyt	Toimenpiteet
Elementtipinnoissa nystermiä, kohoumia, huokosia ja reikiä. Pinnat huonosti hierrettyjä. Pinnoissa sementtiliimaa.	Tehtaalla kiinnitettävä huomiota muottien pinnan laatuun. Elementit voisi hioa ja paikata jo tehtaalla. Työmaalla tarkistettava, onko elementtien laatu sitä, mitä on tilattu.
Topparin kohdalla betoni jää reunoilta koholle, koska lämmöneriste painuu hierron jälkeen.	Toppareiden kohdat viistettävä tehtaalla.
Elementin saumoissa olevat purseet ovat ylempänä muuta pintaa, mistä johtuen elementin saumavalujen laudoituksia ei saada tiiviiksi.	Elementtien reunat viistettävä tehtaalla. Reunojen viimeistelyyn huolellisuutta.
Ikkunasmyykit ovat pullistuneita ja kieroja, ja reunat ovat jääneet koholle. Ikkunavarauksen aiheuttamia betonipurseita. Ikkuna-aukko ei ole suorakulmainen.	Ikkunatopparit asennettava tukevammin. Jos ikkunat asennettaisiin sisäseinän pinnan tasoon, ei smyykiä tarvitsisi käsitellä. *) Hionta jo tehtaalla. Huolellisuus ja tarkistusmittaus.
Elementin kulmat lohkeilleet.	Elementit varastoitava, lastattava ja purettava oikein. **)
Varausten reunat lohkeilleet.	Muotin purku tehtävä varovasti. Varausten päästöihin kiinnitettävä huomiota.
Ulkoseinäelementin sisäpinnat ovat kuperia tai koveria ja niissä esiintyy aaltoilua.	Tehtaan kiinnitettävä huomiota muottitekniikoihin ja materiaaleihin. Laatuvaatimusta nostettava. Pintojen oikaisu jo tehtaalla.
Ontelolaattojen erilaisista jännityksistä aiheutuu alapintaan hammastuksia.	Tasoero poistettava saumavalun yhteydessä kuormittamalla, tukemalla tai nostamalla.



\*) Elementtitehtaille on kehitetty uusi aukkomuotti, joka on valmistettu PU-materiaalilla päällystetystä alumiiniprofiilista. Muotti irtoaa betonivalusta lähes itsestään, ja sen käsittely on kevyttä (paino noin 7...9 kg/jm). Tuote takaa nopean asennuksen ja helpon irrotuksen (Rakennuslehti, 9-10/1992). Elementtitehtaissa on kokeiltu myös muovista ikkuna-aukkomuottia, joka jää elementtiin. Karmit kiinnitetään muoviosaan ja ikkuna asennetaan elementin sisäpinnan tasoon. Smyykiä ei tarvitse tasoittaa, mutta muotin reuna vaatii jonkinlaisen saumauksen.

\*\*) Elementtien vaurioitumisriskiä voidaan vähentää huolellisella varastoinnilla. Seuraavia tapauksia tulee välttää:

- elementtien sijoittaminen vinoille alustoille
- välikappaleiden asettaminen eri kohdille pinottaessa elementtejä päällekkäin
- liian pitkien ulokkeiden jättäminen
- liian matalien välikappaleiden käyttö nostolenkkeihin nähden
- elementtien liikapinoaminen, jolloin välikappaleet aiheuttavat suuria halkaisuvoimia (Mehto 1982, s.38).



## Asennus- ja juotostyön aiheutumat jälkityöt

Syyt	Toimenpiteet
Asennus- ja juotostyön yleinen huolimattomuus.	Urakkarajoja muutettava siten, että vastuu on kokonaisvaltaisempi. Elementtitoimittajan vastuulle asennus, saumateräkset, saumojen laudoitus, valu ja jälkityö. Työmaan ja asennusryhmän on sovittava ennen asennuksen aloittamista pintojen puhdistusaste.
Elementtien saumapurseiden piikkaus.	Valupurseet poistettava tuoreena. *)
Harva saumavalu.	Saumamassan raekoko $\leq 8$ mm. Tarvittaessa massan notkistus lisäaineilla, jotta se täyttää valettavan tilan hyvin. Tiivistys pienellä sauva-täryttimellä ( $\varnothing 20$ mm). Elementtisaumoissa oleviin sähköputkituksiin suhtauduttava kriittisesti.
Elementtien pystysaumot pullistuneet tai niissä on valupurseita.	Käytetään sidepulttina $\varnothing 10$ mm:n alumiinitankoa, koska <ul style="list-style-type: none"> <li>- näin vältetään ruostumisvauriot</li> <li>- muottilukko pitää hyvin</li> <li>- sidepultti katkeaa helposti.</li> </ul>
Ontelolaattojen saumoissa valumia.	Tiivis asennus. Betonointityön jälkeen (n. 1 h) katon saumat puhdistetaan teroitetulla laudalla, uranmuotoisella lastalla tai karkealla harjalla.
Ylimääräisen saumausbetonin piikkaus ontelolaatoista.	Ylimääräinen betonimassa poistettava ennen kovettumista. Valutyön huolellisuus. Tarkistettava myös alempi holvi.

\*) Seinäelementtien sisäsaumat voidaan valaa ilman muotteja pumppaamalla valumatomaksi kehitetty betoni suoraan saumaan. Pystysaumattu pinta on siisti ilman piikkauksia tai paikkauksia, ja se voidaan tasoittaa sellaisenaan. Menetelmä sopii myös talvivaaluun. (Rakennuslehti, 6/1992)



### 4.2.3 Toleranssien tiukentaminen

Luvussa 2.2 on esitetty betonirakenteita koskevia mittatarkkuusvaatimuksia, jotka kohdistuvat elementtien- ja paikallavalurakenteiden valmistus- ja rakentamistoleransseihin, betonipintoihin ennen tasoitusta sekä valmiiseen tasoitepintaan. Tasoitemenekkeihin ja käsittelykertojen lukumäärään vaikuttavat mitattavista suureista ennenkaikkea hammastukset, paksuuden vaihtelut, sivukäyryys ja aaltoilu, taipumat sekä saumojen leveydet. Seuraavassa on vertailtu elementtirakenteiden toleranssivaatimuksia.

*Taulukko 14. Ontelolaattojen valmistustoleranssit.*

Mittauksen kohde	Partek Variax-kansio	SBK Betonielem. toleranssit
Laatan paksuus, mm    V8, V6	$\pm 5$	$\pm 5$
V5	$+4 / -9$	$\pm 7$
V4	$+7 / -13$	$\pm 10$
Sivukäyryys, mm $L \leq 12\text{m}$	$\pm 5$	$L/1000 \text{ max. } \pm 10 \text{ mm}$
$L > 12\text{m}$	$\pm 10$	*)
Pään kulmapoikkeama, mm	$\pm 10$	$\pm 10$
Taipuma, mm $L \leq 6\text{m}$	$\pm 6$	$\pm 6 \text{ tai } L/1000 \text{ *)}$
$6\text{m} < L \leq 12\text{m}$	$\pm 8$	
$L > 12\text{m}$	$\pm 10$	
Yläpinnan aaltoilu, mm **)		$\pm 10$

\*) Lukuarvoista valitaan suurempi.

\*\*) Koskee laattoja  $h \leq 300 \text{ mm}$ .

Betonielementtien toleranssivaatimukset menevät yksiin Partekin lupaaman mittatarkkuuden kanssa. Variax-tuotteiden mittatarkkuus on paikoin jopa tiukempi kuin yleiset ohjeet edellyttäisivät. V4- ja V5-tyyppisten ontelolaattojen paksuuden toleransseissa on eroja, sillä Partek on huomionnut tässä yhteydessä tasoitemenekin. Negatiivinen poikkeama aiheuttaa tasoitemenekin kasvua ainoastaan kyseisen laatan kohdalla, kun päinvastainen poikkeama nostaa tasoitemenekkiä koko lattian alalta.



Taulukko 15. Ontelolaattojen rakentamistoleranssit.

Mittauksen kohde	Variax	SBK	BY 31	
			Lk B	Lk C
Sauman hammastus alapinnassa tuella, mm	5	5	-	-
keskellä, mm	L/1000 min.6, max.15	8 tai L/1000 *)	-	-
Sauman leveys, mm	12	+15 / -5	-	-
Yläpinnan poikkeama vaakasuorasta (mittauspituus 2 m)	-	± 15	± 10	± 14

\*) Lukuarvoista valitaan suurempi.

Myös Variax-tuotteiden rakentamistoleranssit riittävät täyttämään SBK:n vaatimukset. Betonilattioiden luokitusohjeen (BY 31) luokan B tasaisuusvaatimuksia voidaan soveltaa SBK:n määrittelemänä erikoisluokkana. Yhdistämällä tasoitettun lattian toleranssit ja elementtien rakentamistoleranssit päädytään suurimmillaan noin 20 mm:n tasoitekerrokseen. Tämä on sallittu kerrospaksuus useimmilla tasoitemateriaaleilla. Jotta tasoite-  
menekki pysyisi alle 20 kg/m<sup>2</sup>:llä, pitäisi keskimääräisen tasoitepaksuuden olla alle 15 mm. Toleranssivaatimuksia voidaan kiristää käyttämällä em. erikoisluokan vaatimuksia. Sisäkaton saumoille sallitaan maksimissaan 15 mm:n hammastus, mikä vaatii täyttötyötä oikaisutasoiteilla tai kipsilaastilla ennen ruiskutasoitusta. Pohjatasoitteiden täyttökyky rajoittuu ylitasoituksessa 2...5 mm:iin.



Taulukko 16. Seinäelementtien valmistustoleranssit.

Mittauksen kohde	SBK		BY 13 - Luokitusohjeet		
	Normaalilk	Erikoislk	Lk E	Lk 2	Teräs- hierretty
Paksuus, mm					
- sandwich, kokonaispaksuus	± 8	± 5			
- väliseinä	± 5	± 5			
Sivun käyryys, mm					
- ovet ja ikkunat	± 5	± 5			
Kierous, mm	± 15	± 10			
Käyryys ja aaltoilu, mm (mittauspituus 2000 mm)			± 3	± 7	± 8

Betonipintojen luokitusohjeissa (BY 13) esitetyistä laatuluokista voidaan luokkaa E soveltaa patterimuotissa valettuihin väliseinäelementteihin, luokkaa 2 paikallavalupintoihin ja sekä teräshierrettyjen pintojen luokkaa julkisivuelementtien sisäpuoliin. Seinäelementeille sallitun kierouden arvo on otettava huomioon asennuksessa, jotta saumojen hammastukset eivät kasva liian suuriksi. Betonielementtien rakentamistoleransseissa esitetään normaaliluokan hammastukseksi 8 mm ja erikoisluokan 5 mm.

#### 4.3 Sisävalmistusvaiheen keston lyhentäminen

##### 4.3.1 Rakennuskosteuden hallinta

Sisävalmistusvaiheen tahdistavana tekijänä ja yleisimpänä vaurioiden aiheuttajana on kosteus. Kosteudella on ollut osuutensa vähintään 80%:ssa kaikista rakennusvaurioista, ja vuosittaisiksi kustannuksiksi on Suomessa arvioitu 0,5...1 miljardia markkaa (Pentti, s.3). Kosteuden aiheuttamia vaurioita ovat tasoitteiden ja päällysteiden värjäytyminen, niiden rakenteen vahingoittuminen ja irtoaminen alustastaan sekä erilaiset home- ja sienikasvustot.

Betonin rakennuskosteudella tarkoitetaan tasapainokosteuteen verrattuna ylimääräistä kosteutta, joka rakenteessa on eri työvaiheiden aikana tai rakennuksen valmistuessa.



Rakennuskosteuden määrä riippuu betonimassan laadusta, jälkihoidon aikana käytetyn veden määrästä, varastoinnin, kuljetuksen ja asennuksen aikana rakenteeseen päässeän veden määrästä.

Betonin koostumuksella voidaan vaikuttaa kuivumisprosessin nopeuteen. Runkoaineen suurimman raekoon pienentäminen lisää vedentarvetta, mikä samalla hidastaa betonin kuivumista. Rakeisuusluvun muutos 450:stä 500:aan eli suurimman raekoon pienentäminen 32mm:stä 16mm:iin lisää vedentarvetta noin 20 litraa betonikuutioita kohden. Rakeisuusluvun muutos 500:sta 600:aan eli suurimman raekoon muuttuminen 16mm:stä 8mm:iin lisää vedentarvetta jo yli 30 litraa. Tämä tarkoittaa myös sitä, että saumabetoni kuivuu hienompirakeisena hitaammin kuin runkorakenteissa käytetty betoni. Murskatun kiviaineksen käyttö lisää vedentarvetta. (Orantie, s.10)

Mineraalisten seosaineiden kuten lentotuhkan ja silikan käytöllä ei ole havaittu olevan vaikutusta kuivumiseen. Notkistavien lisäaineiden käyttö ei tavallisilla vesi-sementtisuhteilla vaikuta kuivumiseen. Hyvin pienillä vesi-sementtisuhteilla kuivumisaikaa voidaan kuitenkin lyhentää. Selvimmin kuivumista nopeuttava tekijä on betonin runsas huokostaminen. Yhden betonikuutiometrin vedentarve pienenee noin kolme litraa yhtä lisähuokostusprosenttia kohti. 10%:n huokostuksella saadaan kuivumisaika lyhennettyä lähes puoleen vastaavaan huokostamattomaan betoniin verrattuna. Huokostin toimii samalla notkistimena ja vähentää siten veden tarvetta massan valmistuksessa. (Niemi, s.8)

Jälkihoidolla varmistetaan riittävä kosteus hydrataation etenemiselle, vähennetään liian nopeasta kuivumisesta aiheutuvaa halkeilua ja edistetään lujuuden kehitystä. Betonin myöhempää kuivatustarvetta ajatellen kastelu tulee rajoittaa yhteen kertaan ja suojata rakenne tämän jälkeen esim. muovilla. Seinät ja välipohjat tulee jälkihoitaa, kunnes betonin lujuus on saavuttanut 60% nimellislujuudesta. (Orantie, s.13)

Maanvaraisen alapohjan kuivumisnopeuteen vaikuttavat betonilaatan paksuus, lämmöneristyskerroksen vesihöyrynläpäisevyys ja kuivumisolosuhteet. Kuivumisolosuhteiden raja-arvoina voidaan pitää vähintään +15...+20°C lämpötilaa ja korkeintaan 60% suhteellista kosteutta. Tällöin betonilaatan paksuudella on suuri merkitys ja yli 80 mm:n paksuutta tulee välttää. Laatan kuivuminen sekä ilmaan että eristyskerroksen läpi



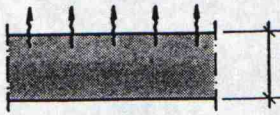
maanpohjaan tehostuu, kun ilman lämpötila on vähintään  $+20^{\circ}\text{C}$ . Kosteus siirtyy rakenteesta vesihöyrynä maanpohjaan ja siihen vaikuttaa merkittävimmin lämpötilaero laatan alapinnan ja maan välillä. Kuivumista voidaan tehostaa kohottamalla itse betonilaatan lämpötila ilman lämpötilaa korkeammaksi. Ilman kosteudella ei ole enää suurta merkitystä kuivumisen kannalta, kun lämpötilaero betonin ja ilman välillä on vähintään  $10^{\circ}\text{C}$  (Nieminen, s.31). Vesihöyryä hyvin läpäiseviä lämmöneristysmateriaaleja ovat mineraalivilla ja kevytsora, kunhan niiden ja betonin väliin ei levitetä höyrynsulkua. Valusuojana voidaan käyttää hengittävää suodatinkangasta tai pontata eristyslevyt. Mikäli maanpohjassa tarvitaan kosteussulkua, tulisi se levittää kapillaarisuuden katkaisevan sorakerroksen alle. (Nieminen, s. 41...42)

Taulukon 17 avulla voidaan karkeasti arvioida betonilaatan kuivumisaika 90% suhteelliseen kosteuteen. Perustapauksesta poikkeavan betonilattian kuivumisaika lasketaan kertoimien avulla.



Taulukko 17. Betonilaatan kuivumisajan arvionti (BY 31, s.111).

## PERUSTAPAUUS



Perustapauksen kuivumis-  
aika 60 d

- Betonin ilmamäärä normaali 2...4 %
- Kovettumisaika 28 d ennen kuivumisajan alkua
- Kuivuminen alaspäin estetty, laatta valettu maahan muovikelmun päälle
- Jälkihoito muovikalvolla tai hyvällä jälkihoitoaineella
- Betoniin ei saa joutua lisävetä (kastelu, sade ym.)

## PERUSTAPAUKSESTA POIKKEAMINEN

Perustapauksesta poikkeavat rakenne, betonin laatuominaisuudet ja ympäristöolosuhteet otetaan huomioon kertomalla perustapauksen tarpeellinen kuivumisaika 60 d seuraavilla kehyksissä olevilla kertoimilla.									
Muuttuja	Kerroin								
Betonin laatu	Huokostamaton 1,0			Huokostus noin 10 % 0,5...0,6			Lujuus 25...35 MN/m <sup>2</sup> 1,0		
Ikä	Betonin ikä kuivatusta aloitettaessa	Laatan paksuus [mm]							
		< 150				≥ 150			
	1...2 viikkoa		0,7...0,8		1,0				
	3...4 viikkoa		0,9...1,0		1,0				
Kuivumis- olosuhteet	Suht. kosteus	20...50 % 1,0		60 % 1,2		80 % 1,5			
	Lämpötila	10 °C 1,4...1,3		20 °C 1,0		30 °C 0,7...0,6			
Laatan paksuus	h	60 0,4	80 0,7	100 1,0	120 1,4	140 1,8	160 2,3	200 3,3	300 [mm] 6,3
Kuivuminen vain toiselta puolen Molemminpuolisessa kuivumisessa h = puoli laatan paksuutta									
Alapuolinen lämmöneriste	50 mm solumuovi 1,0...0,9		150 mm kevytsora 0,8...0,7		50 mm mineraalivilla 0,7...0,6				
Ei muovikalvoa betonin ja lämmöneristeen välissä									
Betonin koostumus	Suurin raekoko	18 mm 0,7			8 mm 1,0				
	Lentotuhka ja masuunikuona	1,0							
	Silika	K ≥ K35 1,5			K < K35 1,0				
	Notkeus	2...3 sVB 1,0		1...2 sVB 1,2		1...2 sVB 1,0		notkistaminen lisäaineella	



Tämän laskentamenetelmän käyttö työmaaolosuhteissa edellyttää kuivumisolosuhteiden seuranta ja materiaalien ja rakenteiden tarkkaa tuntemista. Sitä tuleekin käyttää ainoastaan kosteusmittausten apuvälineenä (Nieminen, s.17).

Hakan tekemässä ontelolaattatutkimuksessa todettiin tuoreiden laattojen suhteellisen kosteuden olevan työmaalle tuotaessa noin 95 %, vaihteluvälillä 92..101 %. Lämmityksen aloittamisen jälkeen laattojen suhteellinen kosteus laski keskimäärin 3...4% ennen tasoitteen pumppausta. Tasoitus nosti laattojen kosteutta keskimäärin vain noin 2%. Ennen päällystämistä oli lattioiden keskimääräinen kosteus vielä yli 70%. Lattioiden tasoituksen ja päällystämisen välillä oli 2...3 kuukautta (Jussilainen, s.13).

Tasoitevalinnoilla voidaan vaikuttaa aluslattian kuivumisnopeuteen ja päällystettävyyssuhteeseen, sillä sementtipohjaisten lattiatasoitteiden välillä on eroja kuivumistavoissa. Toisten tuotteiden kuivuminen perustuu pelkästään veden haihtumiseen ja toisten lisäksi kemialliseen reaktioon, jossa vesi sitoutuu kristalloituen. Lattiatasoitteille tehdyssä tutkimuksessa havaittiin eri tuotteiden välillä kuivumisajoissa jopa kolmen viikon eroja 20...50 mm:n paksuisilla kerroksilla. Toinen tasoitteen kuivumiseen vaikuttava ominaisuus on vesihöyrynläpäisevyys, jossa havaittiin yli kymmenkertaisia eroja riippuen kerrospaksuuksista. Hyvin läpäisevä tasoite ei täten hidasta betonilaatan kuivumista (Rautiainen, s.24...27). Nyrkkisääntönä on esitetty betonin kuivumisajan lisäämistä viikolla viiden mm:n tasoitekerrosta kohden käytettäessä itsetasoituvaa lattiatasoitetta. Seinätasoiitteet eivät vaikuta alustansa kuivumisnopeuteen (Björkholtz, s.51).

Yläpohjan kosteusvaurioita voidaan välttää huolehtimalla ontelolaattojen vesireikien toiminnasta. Onteloihin kerääntyy helposti vettä, lunta ja jäätä jopa kymmeniä litroja. Tästä syystä työmaalla on tarkistettava laattojen asennuksen jälkeen, että vesireiät ovat auki. Reikien porauksen yhteydessä muodostuu lietteestä helposti valli reiän ympärille onteloon, jolloin valli estää veden poistumisen reikien kautta. Onteloissa kiertävä ilma haihduttaa ylimääräistä vettä ja nopeuttaa betonin kuivumista kosteuden päästessä haihtumaan myös onteloihin päin. Tämän vuoksi vedenpoistoreikien tukkiminen olisi tehtävä mahdollisimman myöhään. (Pentti, s.21) Mikäli laatan keskikohta on painunut päätyjä alemmaksi, tulisi vesireiät porata myös laatan keskelle ylimääräisen veden poistamiseksi (Jussilainen, s. 18).



### 4.3.3 Rakennuksen kuivattaminen

Betoniteknologisin keinoin voidaan vaikuttaa rakennuskosteuden määrään, mutta suurin hyöty saavutetaan vasta hakemalla optimitilanne betonin laadun, rakenteen ja kuivumisolosuhteiden välillä. Työmaakohtaisen kuivatussuunnitelman laatiminen parantaa töiden sujuvuutta ja ajallista toteutumista, jolloin suurin taloudellinen hyöty saavutetaan rakennusajan lyhenemisen myötä. Oikean kuivatustavan valinta ja kuivumisajan arviointi perustuvat sekä laskelmien ja kokemusten antamiin likimääräisiin tietoihin että tarkkoihin mittaustuloksiin.

Yleensä rakennuksen oma lämmitysjärjestelmä on toiminnassa sisävalmistusvaiheen alkaessa, mutta aikataulussa pysyminen saattaa vaatia lisäkalustoa. Jos rakennuksessa on ilmalämmitys, sitä ei voida käyttää kanavien likaantumisen takia. Rakennuksen kuivatustapoja on kolme:

- ilman lämmitys yhdistettynä tilan ilmanvaihtoon eli avoin järjestelmä
- ilman lämmitys yhdistettynä ilman kuivatukseen, jolloin tilan ilmanvaihdon tulee olla olematon. Tätä kutsutaan suljetuksi järjestelmäksi.
- betonin lämmitys yhdistettynä tilan ilmanvaihtoon eli pikakuivatus (Björkholtz, s.52).

Kuivattamisen tapahtuessa lämmittämällä ja tuulettamalla eli avoimena järjestelmänä on kuivatusteho silloin suurempi, kun kuumailmalämmitin sijoitetaan tilan ulkopuolelle puhaltamaan lämmitettyä ulkoilmaa sisälle ja samalla kostea, lämmin ilma poistetaan vastakkaiselta puolelta, kuin jos lämmitin olisi kuivatettavan tilan sisällä. Tämä johtuu siitä, että lämmitetyn ulkoilman suhteellinen kosteus on paljon pienempi kuin kostean sisäilman ja se pystyy sitomaan kosteutta enemmän (Pentti, s.24).

Sateisina ja lämpiminä vuodenaikoina sekä huonosti tuulettuvissa tiloissa kuten kellarissa rakenteiden kuivattaminen on ongelmallista ilman suhteellisen kosteuden ollessa suuri. Tällöin on tehokkainta käyttää ilmakuivaajia ja suljettua kuivatusjärjestelmää. Tilan on oltava hyvin suljettu ja tiivistetty sekä riittävästi lämmitetty siten, että vesihöyryn osapaine on sisältä ulospäin. Ilmakuivaajia on kahta tyyppiä: kondenssikuivaajia ja sorptiokuivaajia, joista kondenssikuivaaja soveltuu parhaiten lämpimiin (min. +25°C) ja kosteisiin tiloihin. Sorptiokuivaajan toimintalämpötilan minimi on +10°C, mieluiten



kuitenkin  $+20^{\circ}\text{C}$  (Pentti, s.24).

Välipohjarakenteissa muodostuu kuivumisen kannalta ongelmallinen tilanne silloin, kun pinnoitetun välipohjan alapuolella on lämpimämpää kuin yläpuolella. Ontelolaatan lähtökosteus ja lämpötilaero rakenteen yli vaikuttavat siihen, muodostuuko pinnoitteen alle sen kosteudenkestävyyden kannalta kriittiset olosuhteet. Tehokas tapa kuivattaa ontelolaattavälipohja on rakenteen lämmitys säteilylämmittimillä eli nk. pikakuivatus. Tällöin laatan lämpötila kohotetaan  $+40\dots+50$  Celcius-asteeseen, mikä ohjaa kuivumista sekä ylös- että alaspäin. Tehokkain tapa nostaa rakenteen lämpötilaa paikallavalurakenteessa on betoniin upotetut lämpökaapelit, joiden hyötysuhde on infrapunasäteilijöitä parempi (Nieminen, s. 35...43). Jos paikallavalulattia halutaan pinnoituskelpoiseksi kahden viikon kuluttua betonoinnista, on edellytyksenä lähes aina sekä huokostettu betoni että pikakuivatus (Orantie, s.40).

Asuinkerrostalotyömaan (kesto 9...12 kk) energiankulutuksesta sulatuksen ja lämmityksen osuus on 70...80%, mistä sisävalmistusvaiheen aikana kuluu yli puolet. Vääränlainen kuivatuskalusto, lämmönhukka riittämättömän tiivistyksen seurauksena tai sääolosuhteiden muuttuminen saattavat nostaa energiankulutusta huomattavasti. Jatkuvan seurannan tärkeys korostuu pyrittäessä tehostamaan energian käyttöä ja minimoimaan kustannuksia. Kuivatuksen aikana seurataan sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mittausten avulla. Lämpötilamittausten avulla säädetään lämmittimien tehoa siten, että lämpötila on mahdollisimman tasaisesti jakautunut ja on noin  $+20^{\circ}\text{C}$ . Ilman suhteellisen kosteuden tavoitearvona pidetään noin 50%:a. Kuivatusajan lähestyessä loppuaan varmistetaan oikea pinnoitusajankohta mittaamalla suhteellinen kosteus suoraan betonista. Tämä on ainoa luotettava mittausten menetelmä. Mittaukset suoritetaan ontelolaattojen saumakohdista ja työmaan kulkureittien kohdalta eli sieltä, missä kosteuspitoisuus on todennäköisesti suurin (Björkholtz, s.67).

Mittauskohtiin porataan reiät vuorokautta ennen mittausta. Reiät puhdistetaan huolellisesti esim. paineilmalla ja suljetaan tiiviisti sellaisella materiaalilla, joka ei sido itseensä kosteutta. Yhteen mittauskohteeseen kuuluu kaksi mittauspistettä, jotka ovat lähellä toisiaan. Mikäli molemmat pisteet antavat jotakuinkin saman lukeman, voidaan tulosta pitää luotettavana. Mittaussyvyys on välipohjissa noin 20% ja alapohjissa noin 40% laatan paksuudesta. Seuraavana päivänä anturit asennetaan porareikiin ja suhteellisen



kosteuden mittaus tapahtuu 1...2 tuntia myöhemmin. Toinen tapa on asentaa anturit välittömästi porauksen jälkeen reikään ja sulkea reikä tiivistä vuorokaudeksi. (Björkholtz, s.73).

#### 4.3.3 Töiden valvonta ja ajallinen ohjaus

Sisävalmistustyöt ovat nykyään enimmäkseen aliurakkatöitä, mikä synnyttää paljon riippuvuuksia eri työvaiheiden ja työryhmien välille. Sisävalmistusvaiheeseen liittyy myös runsaasti materiaalien siirtoja, välivarastointia ja suojaamista, joten töiden yhteensovittamisen, ajallisen ohjauksen ja valvonnan tarve on entisestään kasvanut.

Huolellinen suunnittelu on avainsana töiden sujuvuudelle. Rakentamisvaihe aikataulun ja työkohdekohtaisen työnjärjestelyn avulla pyritään tahdistamaan työryhmien liikeitä siten, että esimerkiksi tasoitustöiden ajaksi tila rauhoitetaan muulta toiminnalta. Erityisen hankalia paikkoja ovat porraskäytävät, joissa työskentelee samanaikaisesti eri ammattiryhmiä aiheuttaen jatkuvaa liikennettä. Urakoitsijakokouksissa käydään läpi määrälliset ja ajalliset tavoitteet 1...2 viikon jäniteellä sekä tarkistetaan eri sivu- ja aliurakoitsijoiden pysyminen tavoiteaikataulussa. Tasoitustöiden kannalta on tärkeää mm. kalustetoimitusten ajoitus siten, että kalusteet tulevat työmaalle vasta tasoitustöiden jälkeen siivottuihin huoneistoihin. Kone- ja kalustosuunnitelmassa tulee huomioida väliaikaisten lämmittimien ja ilmakeinuaajien tarve.

Laadunvarmistuksen on todettu olevan puutteellista sisävalmistusvaiheessa, mikä johtuu osaltaan työnjohdon aikapulasta. Työnjohtotehtävät olisi suunniteltava niin, että varsinaisen työsuorituksen aikana valvova mestari ehtisi olla ajastaan vähintään 90% paikalla opastamassa ja valvomassa työn laatua (Aittola, s.15). Järjestelmällisellä katselmustoiminnalla varmistetaan töiden onnistuminen kerralla ilman, että syntyy jälkitöitä tai muita viivästyksiä. Aloituskatselmus pidetään kussakin työkohteessa ennen tasoitustöiden aloittamista. Tarkoituksena on varmistaa yhteisymmärrys suunnitelmien, aikataulujen ja sopimustekstien osalta, vastaanottaa edellinen työvaihe sekä tarkistaa työkohteen olosuhteet tasoitustöiden aloittamiselle.

Jotta olosuhteet tasoitustöiden aloittamiselle olisivat olemassa, vaaditaan pääurakoitsijan työnjohdolta systemaattista valvontaa aina runkovaiheesta saakka. Tällaisia toimia ovat:



elementtien tarkistus heti työmaalle saapuessa, paikalleenmittaus- ja asennustoleranssien tarkistus, saumavalujen valvonta, kuivatuksesta huolehtiminen sekä betonipintojen jälkitöiden valvonta. Tärkeitä yksittäisiä toimia ovat huolehtiminen ontelolaattojen vesireikien toiminnasta ja kalusteiden paikkojen merkitseminen.

Työnaikaiseen valvontaan kuuluu huolehtiminen sähkön- ja vedensaannista, tasoitemateriaalien oikeasta varastoinnista, suojausten riittävydestä sekä työtilan rauhoittamisesta. Tasoitustöiden aikana tai niiden jälkeen ei tilassa saisi enää hitsata, sillä hitsauskaasujen on todettu aiheuttavan seinä- ja kattotasoitteiden kellastumista.

Loppukatselmuksessa todetaan asiakirjoissa asetettujen laatuvaatimusten täyttyminen tarvittavilla mittauksilla, ja verrataan valmiita pintoja ennen työn aloittamista hyväksytyihin mallipintoihin. Katselmus dokumentoidaan, ja urakoitsija luovuttaa työnsä lohkoittain seuraavan työvaiheen edustajalle. Työnjohdon tehtäviin kuuluu lisäksi materiaali- ja työmenekkien seuranta, jotta saadaan tilastomateriaalia tulevien suunnitelmien pohjaksi.

Tasoitustöiden urakkamuotoa ja sisältöä muuttamalla on mahdollista edistyä sisävalmistusvaiheen keston lyhentämisessä. Suurtehtävien muodostaminen toisiinsa sidoksissa olevista työtehtävistä selkeyttää urakoiden välistä vastuunjakoa ja parantaa yleistä tehokkuutta. Esimerkiksi etuoikaisu-, tasoite- ja pohjamaalaustöiden yhdistäminen yhden aliurakoitsijan suorittamaksi suurtehtäväksi helpottaa niin työntekijöiden kuin työnjohdonkin toimintaa. Mitä paremmin etuoikaisutyöt on tehty, sitä helpommalla työntekijät pääsevät tasoitusvaiheesta. Urakkarajojen ja laatuvaatimusten määrittely selkeytyy ja valvonnan tarve vähenee, kun lopputulos arvioidaan vasta pohjamaalauksen jälkeen.

Pääurakoitsijan edun mukaista on ohjata toimintaa tuoteosakaupan suuntaan, jossa keskeisenä tavoitteena on suunnittelun ja tuotannon integrointi. Tuoteosakaupan periaatteita voidaan soveltaa myös tasoitusurakkaan tai vastaavaan suurtehtävään tavoitteena kokonaisvastuun siirtäminen aliurakoitsijalle.



#### 4.4 Saneerauksessa huomioitavia seikkoja

Saneeraustöiden luonne määräytyy korjattavan rakennuksen iän ja kunnon, tavoitellun laatutason sekä korjausasteen mukaan. Kevyt korjaus pitää sisällään vain pintarakenteiden alkuperäistason palauttavan uusimistyön. Keskiraskaassa korjauksessa uusitaan pintarakenteiden lisäksi myös huoneiston tekniset järjestelmät. Asunnoissa tämä tarkoittaa usein laatutason parantamista, etenkin keittiön ja kylpyhuoneen varustelun osalta. Raskaaseen korjaukseen liittyy edellisten lisäksi myös tila- ja käyttötarkoituksmuutoksia, jolloin puututaan myös kantaviin rakenteisiin. (Lehtinen, s.4)

Valmiin pinnan arvostelu muodostaa korjausrakentamisessa oman ongelmakenttensä, sillä yhtenäistä käytäntöä arvostelun suorittamiseksi ei vielä ole luotu. Pyrkiminen uudistuotannon laatutasoon ei läheskään aina ole perusteltua, sillä lähtökohdat poikkeavat uudisrakentamisesta niin paljon, että kustannukset nousevat kohtuuttomiksi. Tasoitustöiden osalta näin käy helposti, sillä tasoitettavien pintojen kunto vaatii helposti suuria täyttöjä. Lähtökohdaksi tulisi asettaa rakennuksen alkuperäinen taso. Tasoituksesta tulee ongelma myös silloin, kun korjauskohteessa tehdään uusia väliseiniä. Koska väliseinät rakennetaan uudistuotannon menetelmin, on valmis seinäpinta hyvin tasainen ja vastaa nykyistä korkeaa laatutasoa. Ongelmaksi muodostuukin vierekkäisten seinäpintojen erilaisuus ja kysymys siitä, pitäisikö vanhatkin seinät ylitasoittaa yhtenäisen ulkonäön saavuttamiseksi (Lehtinen, s.40). Korjausrakentamisessa tulisi myös harkita kolojen ja halkeamien paikkaamiseen käytettäviä materiaaleja, sillä sileät tasoitteet peilaavat helposti maalipinnan alta.

Vanhan rakenteen kunnon arviointi on tärkeä työvaihe korjausrakentamisessa, koska kustannukset määräytyvät pääosin juuri suunnitteluvaiheessa, eikä niihin enää rakennusvaiheessa voida merkittävästi vaikuttaa. Saneerauskohteen työselityksiltä vaaditaan yksityiskohtaisuutta ja selkeyttä. Työselityksen laatijan tulisi tutustua paikan päällä tasoitettaviin alustoihin ja luetteloida samanlaisen käsittelyn vaativat pinnat. Riitatilanteiden välttämiseksi tulisi käyttää mallipintoja ja niiden mukaisia yksikköhintoja.

Toinen jo suunnitteluvaiheessa huomioitava seikka, on korjaustöiden tiukka aikataulu. Töiden läpivienti siten, että naapurirapussa asutaan normaalisti korjaustöiden ajan, vaatii järkevän laatutason ja toimivien työmenetelmien valintaa. Tasoitustöiden perus-



teellisuusasteen valinnalla on erittäin suuri merkitys työaikaan ja mahdollisuuteen asua samassa talossa. Mikäli pinnat suunnitellaan ylitasoitettaviksi normaalisti, tarvitaan nopeasti kuivuvia tasoitteita sekä pieniä, kapasiteetiltaan huoneistokohtaisesti etenevään tasoitetyöhön soveltuvia ruiskuja. Nykyisten ruiskutuslaitteiden suuri koko ja kova ääni asettavat rajoituksia niiden käytölle asuntokorjauksissa. Nopeasti kuivuvia tasoitteita on saatavilla, mutta niiden hinta on moninkertainen verrattuna tavallisiin tuotteisiin. Toisaalta kannattaa tarkkaan laskea materiaalikustannusten suhde työ- ja odotusaikakustannuksiin. Keski-Euroopassa käytetään huomattavasti enemmän erikoistasoitteita kuin Suomessa, koska siellä on todettu edullisemmaksi se vaihtoehto, että töitä voidaan jatkaa jo muutaman tunnin kuluttua tasoituksesta.

Tasoitustyön tarvetta voidaan pienentää huolehtimalla siitä, ettei sähkö- ja putkiroilojen teossa rikota turhaan ehjiä pintoja. Mittatarkan roilon tekeminen onnistuu uraleikkurin avulla helposti, jolloin myös paikkauslaastin tarve pienenee. Tällöin paikkauksiin voidaan käyttää kalliita pikamassoja. Putkien läpimenoille tehdään timanttisahalla vain tarvittavan kokoinen reikä, joka suojataan kauluksilla. Käyttämällä kipsiä pintojen korjaukseen voidaan kolot täyttää yhdessä työvaiheessa pintakäsittelykelpoisiksi ilman erillistä tasoitusta. (Lehtinen, s.50)

Sopivan tasoitteen valinta perustuu kuivumisnopeuden ohella tasoitettavan alustan materiaaliin ja pintakäsittelyyn. Vanhat maalikerrokset ja tapetit on poistettava seinäpinoilta käytettäessä liima- tai sementtisideaineisia tasoitteita. Valmistasoitteista sen sijaan löytyy tuotteita, joilla voidaan tasoittaa suoraan puhdistetun maalipinnan päälle. Paikallisissa korjauksissa ja tavallisesti myös lattian päällystettä kokonaan uusittaessa vanha päällyste poistetaan. Mikäli kiinnitykseen on käytetty dispersioliimoja, voidaan tasoite levittää suoraan vanhan liiman päälle ilman erityistoimenpiteitä. Bitumi- ja sulfiittiliimat on pyrittävä poistamaan ennen tasoitteen levitystä. Mikäli liimoja ei saada poistetuksi, tehdään tasoitus yhtenä sementtipohjaisena tasoitekerroksena ja tasoitteeseen sekoitetaan kiinnittymistä parantavaa lisäainetta. Vanhan tasoitekerroksen parantamisessa on vähän keinoja, sillä tartuntaa on vaikea korjata. Parasta olisi poistaa heikkokuntoinen tasoite kokonaan. Sauva- ja lautaparketin alle voidaan vanha sementtipohjainen tasoite jättää, ja suoristaa pinta uudella tasoitekerroksella. Mosaiikkiparketin alta vanha tasoite on poistettava betonipintaan asti. Kipsipohjainen tasoite on poistettava aina. (Siro, s.80...81)



## 5. Yhteenveto

Talonrakennuksen tasoitustyöt jakautuvat kahteen erilliseen työvaiheeseen eli seinien ja sisäkattojen tasoitukseen ja lattioiden tasoitukseen. Työvaiheista vastaavat eri urakoitsijat, sillä töissä käytetyt materiaalit ja työmenetelmät poikkeavat toisistaan vaatien eriytynyttä ammattitaitoa.

Tasoitustyössä käytettävät materiaalit voidaan ryhmitellä pääsideaineen, täyttökivyn, kosteudenkesto-ominaisuuden, sekoitustavan ja levitystavan perusteella. Pääsideaineen mukaan tasoitteet jaotellaan kipsipohjaisiin, sementtiseidaineisiin, muovidisidiosiin perustuviin ja vesiliukoisiin liimoihin perustuviin tasoitteisiin. Tasoitteen täyttökivyn määräytyy suurelta osin täyteaineen maksimiraekoosta ja raejakautumasta. Täyttökivyn perusteella tasoitteet voidaan jakaa oikaisu-, pohja- ja pintatasoiteisiin. Kosteudenkesto-ominaisuudet määräytyvät sideainekoostumuksen mukaisesti, jolloin puhutaan kuivien, kosteiden ja märkien tilojen tasoiteista. Tasoitteiden sekoitustapa jakaa tuotteet kuivatasoiteisiin ja valmistasoiteisiin, ja levitystapa käsin ja koneellisesti levitettäviin.

Nykyisin pääsääntöisesti käytettävät työmenetelmät ovat seinien ja kattojen ruiskutasoitus ja lattioiden pumpputasoitus. Seinätasoitustyö jakautuu alustan käsittelytarpeen mukaan oikaisu-, pohja- ja pintatasoitusvaiheisiin, joiden työtavat ovat osittain- ja ylitasoitus. Erilaiset käsittely-yhdistelmät määräytyvät alustan karkeuden ja suoruuden sekä valmiin pinnan laatuvaatimusten mukaan. Pumpattavien lattiatasoitteiden yhteydessä ei käytetä käsittely-yhdistelmiä, sillä tasoite muodostaa kerralla pinnoitusvalmiin pinnan.

Talonrakennuksen tasoitustöitä ohjaavat sekä hyvän rakentamistavan mukaiset yleiset suositukset ja ohjeet että Hakan vaatimukset pääurakoitsijan ominaisuudessa. RT-ohjekortit ja -käsikirjat sekä Suomen Betoniyhdistyksen ohjejulkaisut määrittelevät tasoitettavalle alustalle ja valmiille tasoitepinnalle minimivaatimukset, jotka koskevat suoruustoleransseja, pinnan laatu-tekijöitä ja kosteusolosuhteita. Pääurakoitsija asettaa tasoitustöille työ- ja materiaalimenekkejä sekä lopputuloksen laatua koskevia tuotannollisia vaatimuksia.



Nykyisillä työmenetelmillä ja materiaaleilla pystytään valmiista tasoitepinnasta saamaan aikaan sellainen, että se täyttää Rakennustöiden yleisissä laatuvaatimuksissa määritellyt ominaisuudet. Lisäksi nämä vaatimukset ovat riittävän tiukat, jotta ne vastaavat rakennusten käyttäjien käsitystä hyvästä lopputuloksesta. Ongelmaksi on sen sijaan muodostunut tasoitustöiden määrä tavoitellun lopputuloksen aikaansaamiseksi ja siihen kulunut aika.

Hankkeen rakennusajan lyhentämisestä on muodostunut tärkeä kilpailuvaltti rakennusliikkeille, joten Haka on asettanut kehitystavoitteekseen sisävalmistusvaiheen keston lyhentämisen puoleen. Ajatusmallissa kyseenalaistetaan tasoitustöiden tarpeellisuus ja työvaiheiden olemassaolo. Periaatteessa tasoitustyö voidaanakin katsoa betonipintojen jälkityöksi, sillä se on kertaalleen tehdyn työn parantamista ja korjaamista. Nykyisellä rakennustyyllillä tasoitus on kuitenkin välttämätön toimenpide, jotta betonipinnoilla saavutetaan odotettu laatutaso.

Seinätasoitustyössä käsityön määrä on suuri, joten itse työntekoa ei juurikaan voida nopeuttaa. Tasoitemateriaalien kuivumisajoissakaan ei ole mainittavia eroja. Lattioiden tasoituksessa työn nopeutta säätelee lähinnä pumppukaluston kapasiteetti. Lattiatasoitteiden kuivumisajoissa on sen sijaan 2..3 viikon eroja, joten materiaalivalinnoilla voidaan töitä jouduttaa. Useimmiten viivästyksyet ja odotusajat johtuvat kuitenkin betonialustan hitaasta kuivumisesta. Niinpä ajansäästöön on pyrittävä tasoitettavien alustojen parantamisella, tehokkaalla työnjärjestelyllä ja valvonnalla sekä oikeilla materiaali- ja työmenetelmävalinnoilla.

Betonipintojen epätasaisuus ja huono laatu kasvattavat tasoitemenekkiä ja käsittelykerrosten lukumäärää. Betonielementtien laatuun voidaan vaikuttaa jo suunnitteluvaiheessa ottamalla huomioon tehtaan valmistusmenetelmät ja niiden reunaehdot. Elementtien valmistusvaiheessa tulee optimisuhteituksen lisäksi varmistua oikeista valuolosuhteista, muottikaluston kunnosta sekä työsuoritusten huolellisuudesta. Tasoitustöiden kannalta oleellisia seikkoja ovat betonipintojen aaltoilemattomuus, ikkuna- ja oviaukkojen pielen ja smyykien suoruus sekä ontelolaattojen V-urien säännöllisyys. Jälkihoidolla taataan edellytykset betonin kovettumiselle ja lujuudenkehitykselle. Huolellinen varastointi vähentää elementtien vaurioitumisriskiä.



Toinen alustojen tasoitettavuutta huonontava seikka on kosteus. Rakennuskosteuden määrä riippuu betonimassan koostumuksesta, jälkihoidon aikana käytetyn veden määrästä sekä varastoinnin, kuljetuksen ja asennuksen aikana rakenteeseen päässeän veden määrästä. Kuivumisprosessin nopeuteen voidaan vaikuttaa mm. betonin runko-aineen raekolla ja huokostuksella. Lattiatasoitteiden välillä on suuria eroja vesihöyrynläpäisevyydessä, jolloin hyvin läpäisevä tasoite ei hidasta betonilaatan kuivumista.

Sisävalmistustyöt ovat nykyään enimmäkseen aliurakatöitä, mikä synnyttää paljon riippuvuuksia eri työvaiheiden ja työryhmien välille. Sisävalmistusvaiheeseen liittyy myös runsaasti materiaalien siirtoja, välivarastointia ja suojaamista, joten töiden yhteensovittamisen, ajallisen ohjauksen ja valvonnan tarve on entisestään kasvanut. Järjestelmällisellä katselmustoiminnalla varmistetaan töiden onnistuminen kerralla, ilman jälkitöitä tai muita viivästyksiä.

Tasoitustöiden yleisimmät vauriot ovat veden ja kosteuden aiheuttamia, mutta tehokkaalla työmaavalvonnalla useimmat niistä ovat ennalta torjuttavissa. Ennen tasoitustöiden aloitusta tarkistetaan betonialustojen kosteuspitoisuus ja ontelolaattojen vesireikien toiminta. Vedelle ja kosteudelle alttiissa tiloissa, kuten kylpyhuoneissa, ei saa käyttää kuivien tilojen tasoitteita. Lisäksi tulee huolehtia oikeista työskentely- ja kuivumisolosuhteista, joilla lyhennetään työvaiheen kestoa.

Tasoitustöiden urakkamuotoja kehittämällä on mahdollista parantaa laadunvarmistusta ja vähentää töiden tahdistavaa luonnetta. Suurtehtävien muodostaminen toisiinsa sidoksissa olevista työtehtävistä selkeyttää urakoiden välistä vastuunjakoja. Tuoteosakaupan periaatteiden soveltaminen tasoitusurakkaan tai vastaavaan suurtehtävään siirtää työn kokonaisvastuun urakoitsijalle. Käytäntö edellyttää samalla työselitysten ja hinnoitteluperusteiden uusimista.

Nykyisen käytännön mukaan arkkitehti laatii maalaustyöselityksen, jossa esitetään huoneohjelman mukaisille seinä- ja kattopinnoille tulevat tasoituskäsittelyt. Käsittelyyhdistelmiä ei ole kuitenkaan sidottu alustan laatuun, jolloin hyvillä alustoilla syntyy turhaa ainemenekkiä ja huonoilla alustoilla tasoitteiden täyttökyky ei riitä. Tasoitustöiden laadunvarmistukseen tulisi kehittää yhtenäinen alustojen ja valmiiden pintojen kuvausjärjestelmä, jonka avulla valittaisiin sopivin tasoituskäsittely. Ruotsissa on



maalaustöille laadittu referenssikuvasto, jossa pinnat on esitetty selkeinä valokuvina. Samaa periaatetta voitaisiin soveltaa tasoitepintojen luokitteluun. Yhtenäinen kuvausmateriaali selkeyttäisi niin tavoitellun laatutason määrittelyä kuin sen toteamista. Tasoitustöiden laadunvarmistusjärjestelmän kehittäminen on luonteva jatkotutkimusaihe tälle tutkimukselle.

Tutkimuksen lopputuloksena on laadittu Hakan tasoitusohje työmaavalvonnan ja oikeiden materiaalivalintojen tueksi. Ohjeen avulla pyritään parantamaan töiden sujuvuutta, minimoimaan jälkitöiden ja virheiden määriä sekä varmistamaan asiakirjoissa esitetty laatutaso.



## Lähdeluettelo

Aittola, Juhani. 1989. Laadunvarmistus sisävalmistusvaiheessa puutteellista. Rakennustaito. Vol 84. No 15. s.8.

Alexanderson, Johan. 1990. Self-smoothing floors based on polymer cement concrete. ACI Concrete International: Desing & Construction. No: 1. s.49...51

Alexanderson, Johan. 1991. Kvalitetskrav på avjämningsmassor. AMA-nytt, informationsdel Mark-Hus. No. 1. s.49-52.

Björkholtz, Dick. 1990. Rakennuksen kuivattaminen. Tampere. Rakentajain Kustannus Oy. 76 s.

Hellström, Björn. 1988. Flytspackel - sunda hus. Bygg & Teknik. No. 6. s. 15...18.

Johansson, Nils. 1972. Tasoitteet ja niiden käyttö. Helsinki. Insinöörien koulutuskeskus. Rakennusten pintakäsittelyt 21-72, osa VII. s.1-15.

Karlsson, Torste. 1984. Lattioiden pohjien arviointi ja esikäsittely. Rakennustaito. Vol 79. No 4. s.28-29.

Lakka, Antti; Nykänen, Veijo. 1991. Rakennussuunnitteluprosessin kehittäminen tuotannon näkökulmasta. Tampere. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tutkimuksia 723. 79 s.

Lehtinen, Arto. 1988. Asuntokorjauksen pintakäsittelytöiden tehostaminen. Tampere. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Diplomityö. 93 s.

Mehto, Lauri; Inha, Timo; Kentala Kari. 1982. Betonielementtien halkeilu. Tampere. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Raportti 18. 76 s.

Mehto, Lauri; Inha, Timo; Leppälehto, Markku. 1983. Betonielementtitehtaan ja suunnittelijan yhteistyö. Tampere. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Raportti 20. 88 s.



Mäenpää, Jussi. 1987. Rakennusrungon toleranssijärjestelmän tilastollinen teoria ja sen sovellus. Otaniemi. Diplomityö.

Nieminen, Jyri; Kauppi, Ari; Salovaara, Mikael. 1991. Rakentamisen kosteuden hallinta, betonilattioiden kuivuminen. Espoo. Valtion painatuskeskus. ETRR, raportti 8. 47 s.

Nummelin, Odert. 1984 a. Tasoite- se välttämätön paha? Osa 1. Seinä- ja kattopinnat. Rakennustaito. Vol 79. No 12. s.26-31.

Nummelin, Odert. 1984 b. Tasoite- se välttämätön paha? Osa 2. Lattiatasoitteet. Rakennustaito. Vol 79. No 14. s.28-31.

Nummelin, Odert. 1984 c. Tasoite- ei välttämätön paha? Osa 3. Lattiatasoite. Rakennustaito. Vol 79. No 15. s.36-39.

Nummelin, Odert. 1988. Kipsilaastilla nopeasti suoraa ja sileää. Maalarilehti. Vol 83. No 9-10. s.14-17.

Orantie, Kalervo. 1988. Betonin rakennuskosteuden hallinta ja kuivatuksen nopeuttaminen. Espoo. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tutkimuksia 547. 42 s.

Pentti, Matti; Mäkinen-Vekki Tarja. 1987. Asuinrakennusten kosteusvauriot. Tampere. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Raportti 29. 94 s.

Rankka, Martti. 1986. Maalaustyöselitys. Helsinki. Asuntohallitus. Opasjulkaisu 6:1986. 35 s.

Rissanen, Hanna. 1989. Betonilattiasta tasainen. Maalarilehti. Vol 72. No 8. s.10-14.

Rissanen, Hanna. 1990. Tasoitetta seiniin ja kattoon. Maalarilehti. Vol 73. No 1-2. s.26-27.



Rissanen, Hanna. 1991. Toimivatko tasoitteet- ja tasoittajat? Maalarilehti. Vol 74. No 8. s.14-17.

Sarin, Heikki; Lehtinen, Erkki. 1977. Talonrakennustuotannon sisävalmistusvaiheen kehittäminen. Esitutkimus. Espoo. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tiedonanto 46. 137 s.

Siro, Heikki; Rytövuori, Heikki. 1980. Betonilattioiden päällystettävyyys. Espoo. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tiedonanto 70. 85 s.

Suominen, Eero. 1990. Rakennusliikkeen laadunvarmistus. Helsinki. Suomen Rakennusteollisuusliitto. 47 s.

Turto, Helena; Mäkipää, Jorma. 1988. Lattioiden tasoitus pumppaamalla. Rakennustaito. Vol 83. No 15. s.30-31.

#### **Julkaisemattomat lähteet:**

Jussilainen, Jorma. 1983. Ontelolaatta ja tasoiteprojekti. Rakennuskunta Hakan tutkimuksia. Helsinki. 21 s.

Karhu, Juhani. 1988. Betonipintojen jälkityöt ja niiden vähentäminen. Polar Oy:n seurantatutkimus. Helsinki. 65 s.

Kemppainen, Taisto; Haakana, Maarit. 1992. Tuoteosakauppa ja rakennusyritys. Espoo. Rakennusteollisuuden keskusliiton raportti. 49 s.

Rautiainen, Liisa. 1990. Lattian pinnoitteiden ja päällysteiden sekä niiden kiinnittimien kosteudenkestävyydet. Osaraportti 2/3, Tasoitteet ja niiden vaikutus lattian päällystettävyyteen ja kosteuteen. Espoo. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. 29 s.

Rokka, Nina. 1992. Tasoitustyötutkimuksen loppuraportti. Helsinki. Suomen Maalarimestariliitto ry. 13 s.



**Muut lähteet:**

Betonielementtien toleranssit. 1993. Suomen Betoniteollisuuden keskusjärjestö. Helsinki. 44 s.

B 4, Betonirakenteet. 1987. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriö. 76 s.

BY 13 "Betonipinnat, luokitusohjeet". 1981. Suomen Betoniyhdistys r.y. Helsinki. 45 s.

BY 31 "Betonilattiat. Luokitus-, päällystettävyy-, suunnittelu- ja rakentamisohjeet". 1989. Suomen Betoniyhdistys r.y. Helsinki. 127 s.

Hus AMA 83. Allmän material- och arbetsbeskrivning för husbyggnadsarbeten. 1985. Stockholm. Ab Svensk Byggtjänst. 480 s.

RYL 90, Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. 1988. Rakennustietosäätiö. Helsinki. 482 s.

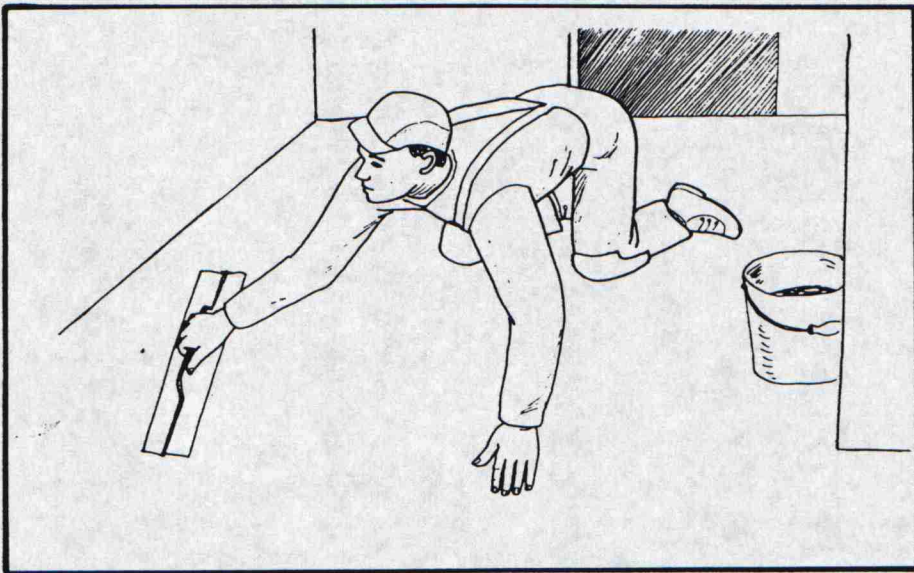
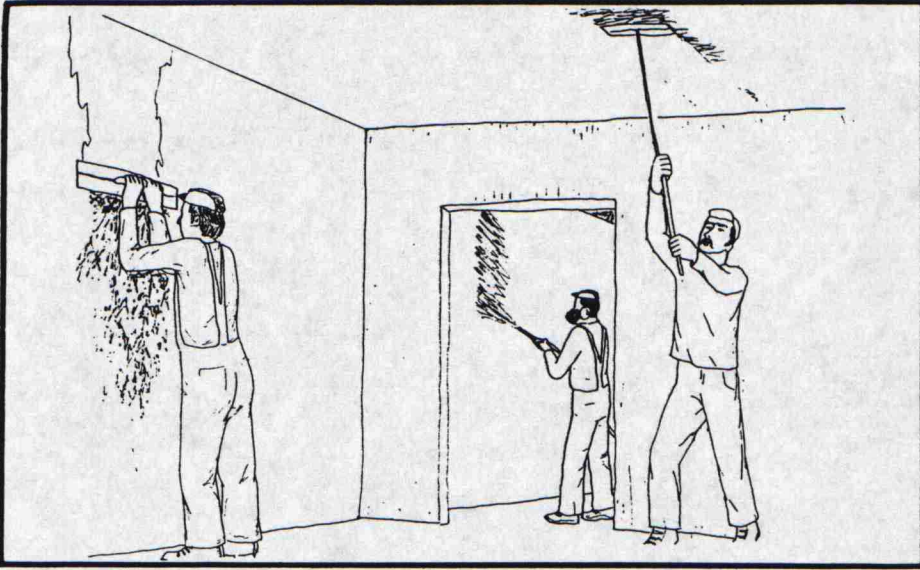
RT-ohjetiedostot

Tasotevalmistajien tuotekansiot



# HAKAN

## TASOITUSOHJE





## Sisällysluettelo

<b>1. Johdanto</b>	3
<b>2. Seinien ja kattojen tasoitus</b>	
2.1 Tasoitemateriaalit, valinta ja käyttö	
2.1.1 Käsitteitä	4
2.1.2 Valintaperusteet	5
2.1.3 Tasoitemateriaalit	6
2.2 Aloituskatselmus	
2.2.1 Alustan toleranssit	9
2.2.2 Työskentelyolosuhteet	14
2.2.3 Betonipintojen jälkitöiden valmiusaste	15
2.2.4 Muut edellytykset töiden aloitukselle	15
2.3 Loppukatselmus	16
<b>3. Lattioiden tasoitus</b>	
3.1 Tasoitemateriaalit, valinta ja käyttö	
3.1.1 Käsitteitä	17
3.1.2 Valintaperusteet	17
3.1.3 Tasoitemateriaalit	18
3.2 Aloituskatselmus	
3.2.1 Alustan toleranssit	21
3.2.2 Työskentelyolosuhteet	24
3.2.3 Betonipintojen jälkitöiden valmiusaste	24
3.2.4 Muut edellytykset töiden aloitukselle	24
3.3 Loppukatselmus	25



## 1. Johdanto

Hakan tasoitushjeessa käsitellään seinien, kattojen ja lattioiden tasoitustyötä rakennuksen sisäpuolisilla betonipinnoilla. Ohje on laadittu tasoitustöiden ohjaukseen, valvontaan ja suunnitteluun osallistuvien henkilöiden käyttöön, joten tässä yhteydessä ei neuvota varsinaisen työn tekemistä. Ohje on tarkoitettu tietolähteeksi ja oppaaksi tasoitustöiden laadunvarmistukseen liittyvissä seikoissa, ja sitä voidaan käyttää myös koulutustarkoituksessa. Ohjeen avulla pyritään parantamaan töiden sujuvuutta, minimoimaan jälkitöiden ja virheiden määriä sekä varmistamaan asiakirjoissa esitetty laatutaso.

Ohjeeseen on koottu kaikki tasoitustöihin liittyvät yleiset ohjeet ja vaatimukset, kuten betonialustojen ja valmiiden tasoitepintojen toleranssivaatimukset. Näitä vaatimuksia ei ole normitettu, mutta ne noudattavat yleisiä hyvän rakentamistavan periaatteita. Ohjeeseen on lisäksi koottu tiedot oikeista työskentelyolosuhteista ja tasoitemateriaaleista. Valmistajien ja maahantuojien esitetietoihin perustuvissa taulukoissa on esitetty markkinoilla olevat tasoitteet sekä niiden perusominaisuudet. Taulukosta voidaan poimia kuhunkin työkohteeseen soveltuvat tasoitevaihtoehdot, joiden välillä tehdään lopullinen valinta.



## 2. Seinien ja kattojen tasoitus

### 2.1 Tasoitemateriaalit, valinta ja käyttö

#### 2.1.1 Käsitteitä

Oikaisutasoite	Yleensä sementti- tai kipsipohjainen karkearakeinen tasoite, jota käytetään muurattujen rakenteiden ja lautavalupintojen tasoitukseen, seinien ja kattojen paksuuden kasvattamiseen, reikien ja putkiroilojen paikkauksiin, elementtisaumojen oikaisuun ja kulmien korjauksiin.
Pohjatasoite	Puolikarkea tasoite, jolla saavutetaan normaalin tapetin alustaksi kelpaava pinta.
Pintasoite	Hienorakeinen tasoite, jolla viimeistellään maalin tai ohuen tapetin alustaksi tuleva pinta.
Kuivien tilojen tasoite	Yleensä kipsi- tai liimapohjainen tasoite, joka ei kestä kosteutta eikä suuria mekaanisia rasituksia. Tasoite ei sovellu kaakeloinnin alustaksi.
Kosteiden tilojen tasoite	Muovidispersioihin perustuva tasoite, joka soveltuu tilapäisen kosteusrasituksen alaisiin tiloihin kuten kylpyhuoneisiin.
Märkien tilojen tasoite	Sementtipohjainen tasoite, joka kestää jatkuvaa kosteusrasitusta ja mekaanisia kuormituksia.
Valmistasoite	Heti käyttövalmis, muovidispersioihin perustuva tasoite, jota ei tarvitse sekoittaa.
Kuivatasoite	Liima-, sementti- tai kipsipohjainen tasoite, johon vesi lisätään vasta työmaalla.



## 2.1.2 Valintaperusteet

Seinätasoitteita valittaessa on pyrittävä ennalta arvioimaan tilojen erilaisista käyttötarkoituksista aiheutuvien rasisutustekijöiden määrä ja laatu. Määrääviä rasisutustekijöitä ovat kosteus ja mekaaninen kuormitus. Kosteusrasitus voi olla alustan rakennekosteutta tai tilan käytöstä aiheutuvaa jatkuvaa tai tilapäistä kosteutta. Vallitsevien rasisutustekijöiden mukaan on muodostettu neljä ympäristöolosuhdeluokkaa (RT 33-10476, s.3).

*Taulukko 1. Sisäseinien ja -kattojen tasoitustöiden ympäristöolosuhdeluokat, esimerkkitreffit ja tasoitetyyppien soveltuvuus ympäristöolosuhdeluokkiin.*

Ympäristöolosuhdeluokat			
1	2	3	4
* Kuivat tilat * Vähäiset mekaaniset rasitukset	* Kuivat tilat * Tavalliset mekaaniset rasitukset	* Kosteat tilat * Suuret mekaaniset rasitukset	* Märät tilat * Erityiset rasitukset
Esimerkkitreffit			
* kuivat kellarit * arkistot * varastot	* asuinhuoneet * keittiöt * toimistohuoneet * porrashuoneet * liikehuoneistot * luokahuoneet * yleisötilat	* pesu-, WC-tilat * porrashuoneet * liikehuoneistot * luokahuoneet * yleisötilat * sisäliikuntatilat * potilashuoneet * leikkaussalit * laboratoriot	* suurkeittiöt * yleiset saunaos. * yleiset suihkut * uimahallit * huoltoasemat * altaat * siilot
Tasoitetyyppi			
* kuivien tilojen tasoitte * kosteiden tilojen tasoitte * märkien tilojen tasoitte	* kuivien tilojen tasoitte * kosteiden tilojen tasoitte * märkien tilojen tasoitte	* kosteiden tilojen tasoitte * märkien tilojen tasoitte	* märkien tilojen tasoitte



### 2.1.3 Tasoitemateriaalit

*Taulukko 2. Seinien ja kattojen sekoitettavat ja valmistasoitteet.*

#### Sekoitettavat tasoitteet

Valmistaja/ Tuote	Soveltuvuus			Levitystapa		Kosteudenkestävyys			Max. kerrospaksuus		Muita ominaisuuksia
	Oi- kaisu	Poh- ja	Pin- ta	Käsi	Ruis- ku	Kui- va	Kos- tea	Mär- kä	Osittain	Yli	
Oy Partek Ab											
Vetonit tiilitasoite	*			*				*	2...30	2...7	
Vetonit täyttötasoite, käsilaatu	*			*				*	2...100	2...60	Kuivumisaika 6-12h.
Vetonit täyttötasoite, ruiskulaatu	*				*			*	2...100	2...50	
Vetonit V		*		*	*			*	1...5	1...3	
Vetonit VH			*	*	*			*	0...3	0...1	
Vetonit T		*		*	*	*			0...5	0...2	
Vetonit KR			*	*	*	*			0...2	0...1	
Vetonit K		*		*	*		*		0...4	0...2	
Vetonit KH			*	*	*		*		0...2	0...1	
Vetonit käsikipsi-laasti	*	*		*		*				8...50	Kuiv.aika 1-2 vko, pohjustus
Vetonit konekipsi-laasti	*	*			*	*				5...50	Kuiv.aika 1-2 vko, pohjustus.
Rapta etuputsi	*			*	*			*	1...50	1...25	
Rapta yleistasoite		*		*	*			*	1...20	1...5	
Rapta valkoinen hienotasoite			*	*	*			*		0...8	
Rapta pohjatasoite		*		*	*	*			1...10	1...5	
Rapta pintatasoite			*	*	*	*			0...5	0...3	



Valmistaja/ Tuote	Soveltuvuus			Levitystapa		Kosteudenkestävyys			Max. kerrospaksuus		Muita ominaisuuksia
	Oi- kaisu	Poh- ja	Pin- ta	Käsi	Ruis- ku	Kui- va	Kos- tea	Mär- kä	Osittain mm	Yli mm	
Oy Alakari Ltd											
Ardurapid 45	*			*				*	1...100		Kuivumisaika 1,5h.
Ardex A 30		*		*				*	0...10	0...5	Kuivumisaika 2h.
Ardumur 828	*	*		*		*			0...50		Sideaineena kipsi.
Arduplan 826	*	*		*		*					Sideaineena kipsi.
Arducret B 10			*	*				*		0...3	Kuivumisaika 1h.
Arducret B 14	*	*		*				*		1...5	Kuivumisaika 1h.
Casco Nobel Oy											
Casco kevyt seinä- tasoite 3676	*	*		*				*	1...100		Myös ulkokäyttöön.
Kiilto Oy											
Kestonit TT	*			*	*			*	1...30	1...5	
Kestonit SK		*		*	*			*	1...10	1...3	
Kestonit SH			*	*	*			*		0...2	
Kestonit LK		*		*	*	*			0...5	0...3	
Kestonit LH			*	*	*	*				0...2	

Valmistaja/ Tuote	Soveltuvuus			Levitystapa		Kosteudenkestävyys			Max. kerrospaksuus		Muita ominaisuuksia
	Oi- kaisu	Poh- ja	Pin- ta	Käsi	Ruis- ku	Kui- va	Kos- tea	Mär- kä	Osittain mm	Yli mm	
Knauf											
Knauf MP 75, konelaasti	*	*			*	*				5...60	Kuivumisaika 1-7 vrk, pohjustus
Knauf Goldband, käsilaasti	*	*		*		*				5...50	Kuivumisaika 1-2 vko, pohjustus.
Knauf Rotband, käsilaasti	*	*		*		*				5...50	Kuivumisaika 1-2 vko, pohjustus.
LM Heat Oy											
Pikatas. Rapid 45	*			*	*			*	0...50		Kuivumisaika 1,5h.
Tiilitasoite TT	*	*		*	*			*	1...30	1...5	
Yleist. V/VH		*	*	*	*			*			
Pohjatasoite T		*		*	*	*			1...5	1...2	
Pintatasoite KR			*	*	*	*					
Oy Lohja Ab											
Rudus perustasoite	*	*		*	*			*	0...30	0...5	
Rudus seinätas. SK		*		*	*			*	0...10	0...3	
Rudus seinätas. SH			*	*	*			*		0...2	
Rudus seinätas. LK		*		*	*	*			0...5	0...3	



## Valmistasoitteet

Valmistaja/ Tuote	Soveltuvuus			Levitystapa		Kosteudenkestävyys			Max. kerrospaksuus		Muita ominaisuuksia
	Oi- kaisu	Poh- ja	Pin- ta	Käsi	Ruis- ku	Kui- va	Kos- tea	Mär- kä	Osittain mm	Yli mm	
Basok Oy											
Breplasta F, hieno			*	*		*	(*)			0...2	
Breplasta H, puolikarkea		*	*	*		*	(*)			0...4	
Breplasta LE, erittäin hieno kevyttasoite		*	*	*		*	(*)			0...4	
Breplasta LF, kevyt hieno		*	*	*		*	(*)			0...5	
Breplasta LG, kevyttasoite	*	*	*	*		*	(*)			0...30	
Breplasta LW, kevyt kostea		*	*	*			*	(*)		0...4	
Breplasta S, ruisku		*	*		*	*	(*)			0...3	
Breplasta W, ruisku kostea		*	*		*		*	(*)		0...2	
Breplasta LGS, ruisku kevyt	*	*			*	*	(*)			0...30	
Breplasta LR, telattava		*	*	*		*	(*)			0...4	Telattava tasoite.
Breplasta LWR, telattava kostea		*	*	*			*	(*)		0...4	Telattava tasoite.
Breplasta R	*	*		*	*	*	(*)			0...10	Oikaisutasoite.

Valmistaja/ Tuote	Soveltuvuus			Levitystapa		Kosteudenkestävyys			Max. kerrospaksuus		Muita ominaisuuksia
	Oi- kaisu	Poh- ja	Pin- ta	Käsi	Ruis- ku	Kui- va	Kos- tea	Mär- kä	Osittain mm	Yli mm	
Bostik Oy											
Bostik hienotas.			*	*		*	(*)				Kuivumisaika 2h.
Bostik kevyttas.	*	*		*		*	(*)			0...30	Kuivumisaika 1h.
Bostik kostean-tilan tasoite	*	*		*			*	(*)	0...20	0...5	Kuivumisaika 1h.
Sadolin Casco Nobel Oy											
Oiva tasoite			*	*		*				0...2	Kuivumisaika 2h.
Oiva kevyttasoite		*	*	*		*				0...6	Kuivumisaika 2h.
Tikkurila Oy											
Spakkeli kevyttas.	*	*		*		*				1...10	Kuivumisaika 2-12h.
Spakkeli seinätas.			*	*		*				0...2	Kuivumisaika 2-8h.
Spakkeli märkätila-tasoite			*	*			*	(*)		0...2	Kuivumisaika 6-24h.
Spakkeli ruisku-tasoite		*	*		*	*	(*)			0...3	Kuivumisaika 6-24h.



## 2.2 Aloituskatselmus

Ennen tasoitustöiden aloittamista pää- ja aliurakoitsijan työnjohtajat pitävät aloituskatselmuksen, josta laaditaan kirjallinen muistio ja tehdään merkintä työmaapäiväkirjaan. Kun aliurakoitsija hyväksyy työkohteen, siirtyy vastuu hänelle. Katselmuksessa tarkistettavat seikat liittyvät alustojen laatuun ja työskentelyolosuhteisiin:

- alustan toleranssit
- alustan ja ilman lämpötila
- alustan ja ilman suhteellinen kosteus
- betonipintojen jälkitöiden valmiusaste
- muut edellytykset töiden aloitukselle

Katon osalta tehtävään tarkasteluun voidaan käyttää Hakan mallia ontelolaataston katselmuspöytäkirjasta (liite 4). Katselmuksessa havaittujen puutteiden paikallistamisessa voidaan käyttää apuna ruutupiirrosta, joka voi olla esim. huonekohtainen.

### 2.2.1 Alustan toleranssit

Keväällä 1993 ilmestyneessä Suomen Betoniteollisuuden keskusjärjestön julkaisussa "Betonielementtien toleranssit" on esitetty elementtirakenteiden valmistus- ja rakentamistoleranssit (taulukot 3 ja 4). Julkaisua sovelletaan silloin, kun toimitussopimuksessa on niin sovittu. Muussa tapauksessa noudatetaan RT-ohjekortin 02-10102 "Betonirakenteiden toleranssit" vaatimuksia (taulukot 5 ja 6). RT-ohjekorttia sovelletaan joka tapauksessa paikallavalurakenteisiin.

Betonielementtien toleranssiluokista käytetään yleensä normaaliluokkaa. Erikoisluokka voidaan valita ulkonäöllisesti vaativissa kohteissa, joissa halutaan parempaa mittatarkkuutta. Toleranssiluokka on mainittava suunnitelmissa tai sopimusasiakirjoissa.

Paikallavalurakenteissa suositellaan asuin- ja toimistorakennuksissa käytettäväksi luokan 2 vaatimuksia. Tasoitustöiden kannalta oleellisia toleransseja ovat paksuuden vaihtelut, sivukäyryys ja aaltoilu sekä hammastukset.



Taulukko 3. Elementtiseiniä valmistus- ja rakentamistoleranssit.

Valmistustoleranssit		
Mittauksen kohde	Normaaliluokka /mm	Erikoisluokka /mm
Pituus (L), korkeus (H) - väliseinä ja sandwich-sisäkuori - sandwich-ulkokuori	$\pm 10$ $\pm 8$	$\pm 8$ $\pm 5$
Paksuus (b) - sandwich kokonaispaksuus - väliseinä, sandwich ulkokuori, kuorielementti	$\pm 8$ $\pm 5$	$\pm 5$ $\pm 5$
Ristimittojen ero ( $s_1-s_2$ ) - väliseinä - sandwich-sisäkuori - sandwich-ulkokuori	20 15 10	- 10 8
Sivun käyryys - elementit ( $a$ ) - ovet ja ikkunat ( $a_i$ )	$\pm 10$ $\pm 5$	$\pm 5$ $\pm 5$
Kierous ( $u$ )	$\pm 15$	$\pm 10$
Teräsosat ja reiät ( $t$ ) - pinnan suunta - syvyysuunta	$\pm 20$ $\pm 5$	$\pm 10$ $\pm 5$
Ovet ja ikkunat joka suunnassa - sandwich ( $e,h,l$ ) - väliseinä ( $e,h,l$ ) - kulmien sijainnin ero $ e_1-e_2 $	$\pm 10$ $\pm 20$ 10	$\pm 10$ - 10
Elementtien käyritymä ( $d$ )	L/300	L/400
Rakentamistoleranssit		
Sivusijainti	$\pm 15$	$\pm 10$
Sivusijainti ylä- tai alapuolisesta seinästä	$\pm 10$	$\pm 5$
Vapaa väli	$\pm 15$	$\pm 10$
Sauman leveys - sandwich - väliseinä	$\pm 8$ $\pm 10$	$\pm 5$ -
Hammastus, kaikissa suunnissa	8	5
Yläreunan korkeusasema vaakarakenteisiin liityttäessä	$\pm 10$	$\pm 5$
Poikkeama pystysuorasta	h/600	h/600

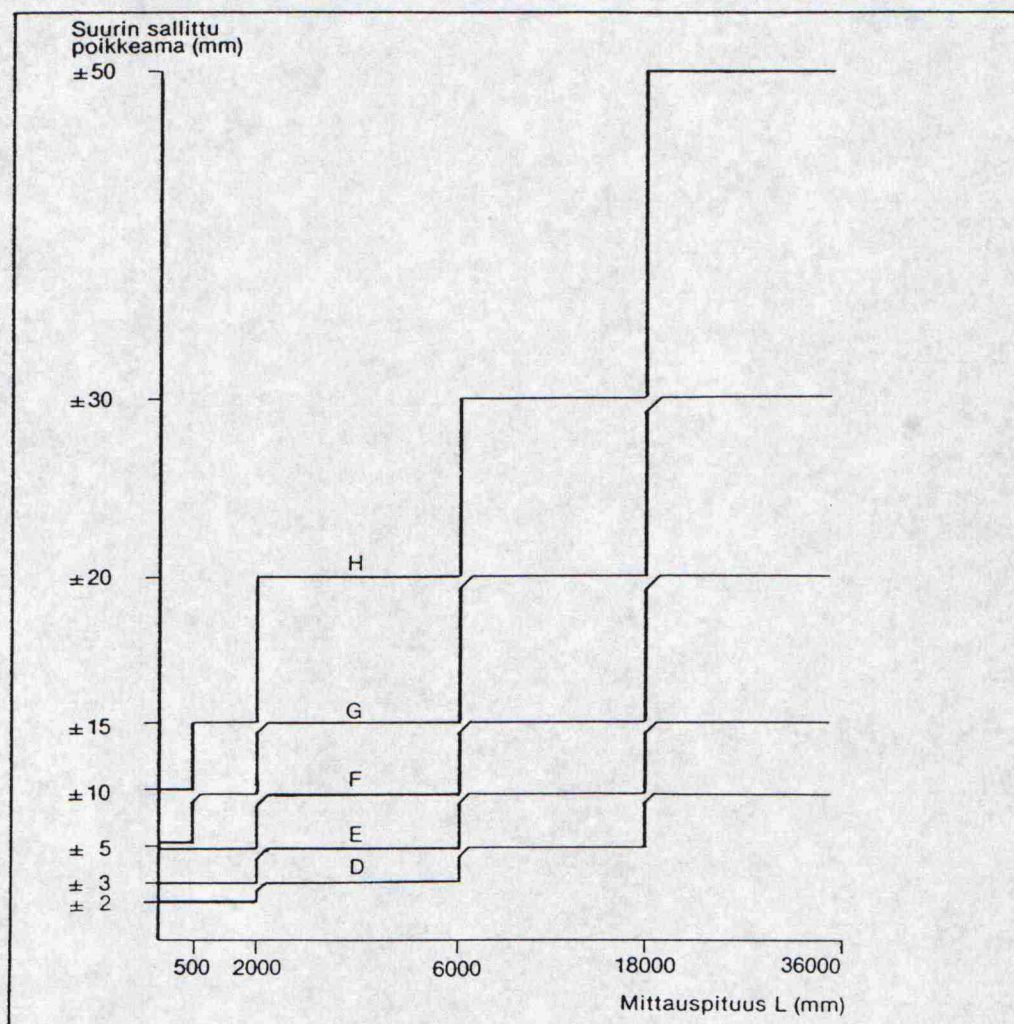
Toleransseja selventävät piirrokset on esitetty liitteessä 1.



*Taulukko 4. Ontelolaattavälipohjan rakentamistoleranssit katon osalta.*

Mittauksen kohde	Normaaliluokka/ mm
Sauman hammastus alapinnassa	5
- tuella	5
- keskellä	8 tai L/1000 (lukuarvoista käytetään suurempaa)

*Kuva 1. Mittauspituudesta riippuvat suurimmat sallitut poikkeamat paikallavalurakenteilla. Mittauspituuden raja-arvoja (500, 2000, 6000 ja 18000 mm) koskevat pienemmät poikkeaman arvot.*





Taulukko 5. Paikallavaluseinien valmistus- ja rakentamistoleranssit.

Valmistustoleranssit			
Mittauksen kohde	Suurin sallittu poikkeama/ mm		
	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3
Leveys	E	F	G
Korkeus	E	F	G
Väliseinän paksuus	± 5	± 5	± 10
Ulkoseinän paksuus ja ulkoseinän betonisten rakennekerrosten paksuudet	± 5	± 10	± 15
Käyryys	F	G	G
Kulmapoikkeama	E	F	G
Rakentamistoleranssit			
Sivusijainti perustasosta	15	20	30
Sivusijainti ylä- tai alapuolisesta seinästä	10	15	20
Vapaa väli	± 15	± 20	± 30
Sauman leveys	± 5	± 10	± 15
Sauman leveyden vaihtelu yhden elementin matkalla	3	5	10
Hammastus (kaikissa suunnissa)	5	10	15
Yläreunan korkeusasema vaakarakenteisiin liityttäessä	± 10	± 15	± 20
Käyryys	E	G	G
Poikkeama pystysuorasta	E	F	G

Taulukko 6. Paikallavaletun välipohjan rakentamistoleranssit katon osalta.

Mittauksen kohde	Suurin sallittu poikkeama/ mm		
	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3
Sauman hammastus ala- ja yläpinnassa	E	F	G



Betonipintojen laatuluokitukset on esitetty Suomen Betoniyhdistyksen julkaisussa BY 13 "Betonipinnat, luokitusohjeet". Sisäseiniin ja -kattoon sovelletaan lukuja "Muottia vasten valetut pinnat" ja "Hierretyt pinnat" seuraavasti:

luokka E:	patterimuotissa valetut väliseinäelementit
luokka 2:	paikallavaletut betonirakenteet ja ontelolaattojen alapinta
teräshierretty pinta:	vaakavaluna tehdyn julkisivuelementin sisäpinta

Jos pinta ei kaikkien laatutekijöiden osalta täytä asetetun luokan vaatimuksia, voidaan se hyväksyä edellytyksellä, että korkeintaan kahden laatutekijän rajat ylitetään enintään 30 %:lla.

*Taulukko 7. Betonipintojen laatuvaatimukset.*

Mittauksen kohde		Luokka E	Luokka 2	Teräshierretty pinta
Nystermä tai kohouma				
- suurin korkeus	mm	1	3	3
- suurin leveys	mm	4	10	4
Kuoppa tai syvennys				
- suurin syvyys	mm	2	5	3
- suurin leveys	mm	4	10	4
Hammastus	mm	1	3	
Työvälineen jälki	mm			2
Valupurse				
- suurin korkeus	mm	1	2	
- suurin leveys	mm	2	3	
Käyryys ja aaltoilu				
suurin poikkeama mm/1500 mm		2	5	6
Valuhuokokset, läpimitta $\geq 3$ mm				
- suurin läpimitta	mm	5	12	5
- suurin kok.määrä	kpl/m <sup>2</sup>	30	200	50
- keskim. kok.määrä	kpl/m <sup>2</sup>	20	150	40
Jakautuma				
- läpimitta	mm	3...5	8...12	3...5
- suurin lkm	kpl/m <sup>2</sup>	30	40	30
- keskim. lkm	kpl/m <sup>2</sup>	20	30	20
Harvavalu (korjattava aina)				
- suurin koko	m <sup>2</sup>	-	0,1	
- suurin määrä	kpl/100 m <sup>2</sup>	-	1	
Tummuusvaihtelu				
- vaihteluaste	%	2	4	4
- valon heijastumissuhde-ero	%	5	20	15

Betonipintojen laatuluokitusta vastaavat esimerkkivalokuvat ovat liitteessä 3.



## **Alustan kosteus**

Tasoitettavan rakenteen tulee olla riittävän kuiva ennen töiden aloittamista. Rakenteen pinnassa ei saa olla kosteudesta johtuvia pisaroita. Liimasideaineisen tasoitteen kellastuminen on seurausta liiallisesta kosteudesta joko rakenteessa tai ilmassa. Yleensä rakenteen kuivuus arvioidaan kokemuksen perusteella. Suuntaa-antavana kosteuden mittauskeinona voidaan seinään tai kattoon teipata noin 1 m<sup>2</sup>:n suuruinen muovi vähintään yhden vuorokauden ajaksi. Mikäli muovin alle kertyy kosteutta, on tasoitustöiden aloittaminen kyseenalaista. Tarkempia tuloksia saadaan mittaamalla betonin suhteellinen kosteus betoniin porattuun reikään asennetulla anturilla.

### **2.2.2 Työskentelyolosuhteet**

Tasoitustyökohteen sisäilman lämpötilan ja alustan lämpötilan tulee olla riittävä ennen töiden aloittamista. Nyrkkisääntönä voidaan määritellä liimasideaineisten tasoitteiden minimilämpötilaksi +10°C ja sementtisideaineisten ja valmistasoitteiden minimilämpötilaksi +5°C. Käyttöolosuhteet tulee tarkistaa tuotekohtaisesti.

Tasoitustyön aikana ilman suhteellinen kosteus saa olla yli 50%, sillä se pidentää tasoitteiden työstöaikaa. Vetoa ja suoraa auringonpaistetta on vältettävä, sillä silloin tasoitepinta kuivuu liian nopeasti ja syntyy halkeamia. Kuivatuksen aikana pidetään ilman suhteellisen kosteuden tavoitearvona 50%:a ja ilman lämpötilan tavoitearvona +20°C:ta.

Työkohteesta tulee siivota liikkumista ja koneiden siirtelyä vaikeuttavat esteet ja roskat pois. Mikäli lattialla on paljon pölyä, purua tai hiekkaa, tulee tilat imuroida ennen töiden aloittamista. Tasoitustöiden aikana lattialta nousee helposti ilmaan epäpuhtauksia, jotka vaikeuttavat seinien alareunojen liippausta.



### 2.2.3 Betonipintojen jälkitöiden valmiusaste

Seuraavien töiden tulee olla valmiita ennen tasoitustöiden alkua:

- betonipinnoista poistettu ylimääräiset riisteet, nystermät ja muut kohoumat
- jiirit, kulmat ja pilareiden viisteet hiottu
- betonipinnoista hiottu pois sementtiliima, muottiöljy, irtomainen kiviaines sekä muut epäpuhtaudet
- ontelolaattojen alapintojen V-urat puhdistettu valuroiskeista, hiottu ja oikaistu
- sähköroilot, putkien läpiviennit ja muut kolot paikattu
- pintojen hammastukset ja suuret mittapoikkeamat oikaistu
- smyykit ja pielet oikaistu
- putkien ja pattereiden taustat putsattu ja hiottu
- ontelolaattojen vesireiät tukittu
- alustassa olevat naulat poistettu ja muut metalliosat ruostesuojattu
- sähkörsiat suojattu muovikansilla

### 2.2.4 Muut edellytykset töiden aloitukselle

Tasoitustöiden ajaksi tulee työkohteeseen järjestää häiriötön sähkön ja veden saanti.

Tasoitemateriaaleille on järjestettävä asianmukainen varastotila.

Työkohteessa tulee suorittaa kaikki hitsaustyöt ennen tasoitustöitä, sillä hitsauskaasujen on todettu aiheuttavan tasoitteiden värjäntymistä.

Ontelolaattojen asennuksen jälkeen tulee tarkistaa, että ontelolaattoihin on porattu riittävä määrä vesireikiä ja että ne ovat auki. Mikäli laatan keskikohta on päätyjä alempana, tulee työmaalla porata ylimääräiset reiät myös laatan keskelle. Reiät tukitaan mahdollisimman myöhäisessä vaiheessa, juuri ennen tasoitustöitä.

Kalusteiden taustat ja muut kohdat, joita ei tarvitse tasoittaa, tulee merkitä selvästi ennen töiden aloitusta.



## 2.3 Loppukatselmus

Rakennustöiden yleisissä laatuvaatimuksissa -90 määritellään tasoitettujen pintojen tasaisuusvaatimukset.

*Taulukko 8. Tasoitettun seinän tasaisuusvaatimukset.*

Mittauksen kohde	Mittauspituus mm	Suurin sallittu poikkeama mm	
		Luokka 1	Luokka 2
Seinän tasaisuus	2000	± 3	± 5
Tasoitettu seinä toisiin rakennusosiin tai pintoihin rajoituksessaan	2000	± 2	± 4

*Taulukko 9. Tasoitettun katon tasaisuusvaatimukset.*

Mittauksen kohde	Mittauspituus mm	Suurin sallittu poikkeama mm	
		Luokka 1	Luokka 2
Katon tasaisuus	2000	± 3	± 5
Tasoitettu katto toisiin rakennusosiin tai pintoihin rajoituksessaan	2000	± 2	± 4

Loppukatselmuksessa todetaan, täyttävätkö valmiit tasoitepinnat sopimusasiakirjoissa määritellyt laatuvaatimukset. Pintojen arvostelu tapahtuu pääasiassa silmämääräisesti, mutta mittauksista tulee sopia urakoitsijan kanssa etukäteen. RYL-90:ssa esitettyjen tasaisuusvaatimusten toteamiseen käytetään ohjekortissa RT 14-10373 "Tasaisuuden mittaus" esitettyä menetelmää, jossa pinnan suoruus tarkistetaan mittalaudalla ja kiilalla (liite 5). Mikäli pinnan tasaisuudesta syntyy erimielisyyksiä, tulee tarkistusmittausten mittalinjat ja tulokset esittää Hakan tasaisuuden mittauspöytäkirjassa (liite 6). Valmiita pintoja voidaan verrata myös ennen tasoitustöiden aloitusta hyväksytyihin mallipintoihin. Tasoitettua seinää tarkastellaan silmämääräisesti seisomalla noin 1...2 metrin päästä seinästä siten, että siirrettävän valolähteen valo heijastuu katsojan takaa. Maalausalan työehtosopimuksissa sallitaan tasoitepinnalle vähäisessä määrin liipan jättämiä kantteja.



### 3. Lattioiden tasoitus

#### 3.1 Tasoitemateriaalit, valinta ja käyttö

##### 3.1.1 Käsitteitä

**Käsitasoite** Tasoite, jonka levitykseen ja pinnan viimeistelyyn käytetään linjaaria tai teräslastaa.

**Itsestään levittyvä tasoite** Tasoite, joka muodostaa tasaisen pinnan ilman erillisiä levitystoinenpiteitä. Juokseva tasoite voidaan kaataa astiasta tai pumpata lattialle.

##### 3.1.2 Valintaperusteet

Lattiatasoitteen valintaan vaikuttavat ensisijaisesti tilan käyttötarkoituksesta aiheutuvat mekaaniset rasitukset, kuten pistekuormat ja iskukuormitukset. Tavallisten asuinrakennusten lattioihin ei yleensä kohdistu niin suuria ulkoisia kuormia, että ne aiheuttaisivat murtumia ja tartunnan heikkenemistä. Halkeamia saattaa sen sijaan syntyä esimerkiksi alustaan liimatun puulattian liikkeistä. Täten mosaiikkiparketin alle ei suositella tasoitusta. Toimisto- ja liikerakennuksissa on huomioitava toimistotuolien pyöristä aiheutuvat pistekuormat ja myymälätiloissa rullakoista ja pumppukärryistä aiheutuvat kuormat. Teollisuus- ja varastorakennuksissa ei suositella tasoitteiden käyttöä.

Luonnonmateriaaleista valmistettujen päällysteiden, kuten parketin tai korkkimaton, alustaksi ei saa käyttää kaseiinia sisältävää tasoitetta, sillä kosteissa olosuhteissa sen on todettu aiheuttavan värivikoja päällysteissä.



### 3.1.3 Tasoitemateriaalit

*Taulukko 10. Lattioiden käsinlevitettävät ja pumpattavat tasoitteet.*

#### Käsinlevitettävät tasoitteet

Valmistaja/ Tuote	Levittyvyys		Puristuslujuus (28 vrk) MPa	Max. kerros- paksuus mm	Kuivumis- aika	Muut ominaisuudet
	Käsin	Itsestään				
Alakari Oy						
Ardex A 30	*		30	0...5	2 h	Yleistasoite.
Ardur F 30	*		27	0...8	24 h	Hienotasoite.
Ardurapid 45	*		30	1...5	1,5 h	Oikaisutasoite.
Ardurapid 55		*	36	1...10	1...24 h	
Casco Nobel						
Casco 3680		*	50	0...7	24 h	Kevytasoite.
Casco 3681	*			0...20	1 h	Oikaisu- ja pikatasoite.
Cascofast 3683	*				1 h	Oikaisu- ja pikatasoite.
Cascoplan 3685	*		70	0...5	24 h	Erikoistasoite maalatta- ville lattioille.
Casconit 3689	*			0...15	24 h	Yleistasoite.
Betonikemia Oy						
Rescon Planfix	*		35	2...100		
LM Heat Oy						
Rapid 45 pika- tasoite	*			0...50	1,5 h	Oikaisutasoite.
Lattiatas. 2100	*		15	0...5	3...7 vrk	Sisältää kaseiinia!
Lattiatas. 3100	*		20	0...5	3...7vrk	



Valmistaja/ Tuote	Levittyvyys		Puristuslujuus (28 vrk) MPa	Max. kerros- paksuus mm	Kuivumis- aika	Muut ominaisuudet
	Käsin	Itsestään				
<b>Oy Lohja Ab</b>						
Rudus karkeat.	*		12	3...15	2...7 vko	Oikaisutasoite.
Rudus yleist.	*		10	0...5	1...5 vko	
<b>Kiilto Oy</b>						
Kestonit 88		*		1...10		Yleistasoite.
Kestonit TR		*		1...8		Yleistasoite.
Kestonit RS		*		1...10		Yleistasoite.
Kestonit NF		*		1...3		Hienotasoiite.
Kestonit KP-50	*			5...50		Oikaisutasoite.
Kestonit EN	*			3...50	1...4 h	Oikaisutasoite.
Maxirapid	*			3...50	2...4 h	Oikaisutasoite.
Tasorapid		*		1...20	24 h	Oikaisutasoite.
<b>Oy Partek Ab</b>						
Vetonit 1500		*	30	3...20	24 h	Pumpattavissa.
Vetonit 2000	*		15	0...5	1...5 vrk	Sis. kaseiinia! Viimeistelytasoiite.
Vetonit 3000	*		20	0...5	1...5 vrk	Viimeistelytasoiite.
Vetonit 4000	*		30	0...50	1...6 h	Oikaisutasoite.
Vetonit 5000	*		25	3...50	1...5 vrk	Oikaisutasoite.
Vetonit R8	*		15	3...20	1...7 vrk	Oikaisutasoite.
Vaateri plus		*	20	3...20	2...3 vko	

Valmistaja/ Tuote	Levittyvyys		Puristuslujuus (28 vrk) MPa	Max. kerros- paksuus mm	Kuivumis- aika	Muut ominaisuudet
	Käsin	Itsestään				
<b>Vantaan Tiili- lattiat Oy</b>						
ABS 140, Hieno	*			0...5	8...10 h	Hienotasoiite.
ABS 148, Express	*		40	0...40	2...3 h	Oikaisutasoite.
ABS 151, Kevyt	*		25	0...10	0,5...2 h	
ABS 155, Primo		*	30	0...30	3 h	Pumpattavissa.
ABS 316, Renovo	*	*	30	0...30	1...3 vrk	Pumpattava sanee- raustasoite.
<b>Suomen Henkel</b>						
Thomsit DX		*	-	1...10	24 h	Pumpattavissa.
Thomsit RS 88	*		-	-	2...3 h	Oikaisutasoite.
<b>Tikkurila Oy</b>						
Uzin UZ	*		-	1...10	3...12 h	Pumpattavissa.
Uzin Fonegal	*		-	1...3	6...12 h	
Uzin NC 180	*		-	1...10	24 h	



## Pumpattavat tasoitteet

Valmistaja/ Tuote	Levittyvyys		Puristuslujuus (28 vrk) MPa	Max. kerros- paksuus mm	Kuivumis- aika	Muut ominaisuudet
	Käsin	Itsestään				
Oy Alakari Ltd						
Ardex K 15		*	29	1...10	24 h	
Oy Partek Ab						
Vetonit Plaano Plus		*	20	3...20	2...3 vko	
Vetonit Saneerausplaano		*	20	4...30	2...3 vko	
Knauf						
Knauf FE 80		*	38	15...70	3...7 vko	Kipsitasoite.
Knauf F 315		*	30	0...10	3...7 vko	Kipsitasoite.
Knauf F 325		*	28	5...30	3...7 vko	Kipsitasoite.
Vantaan Tiililä- tiet Oy						
ABS 311, Grosso		*	25	3...50	1 vko / 5 mm	
ABS 147, Pronto		*	30	2...30	1 vko / 10 mm	
ABS 154, Presto		*	30	0...30	24 h	
Tikkurila Oy						
Uzin NC 170		*	-	1...10	24 h	

Valmistaja/ Tuote	Levittyvyys		Puristuslu- juus (28 vrk) MPa	Max. kerros- paksuus mm	Kuivumis- aika	Muut ominaisuudet
	Käsin	Itsestään				
Betonikemia Oy						
Rescon Conplan		*	25	2...20		Sisältää kaseiinia!
Rescon Conplan KF		*	25	2...20		
Rescon Conplan Industri		*	35	2...20		
Rescon Conplan Grov		*	40	2...40		



### 3.2 Aloituskatselmus

Aloituskatselmuksessa pää- ja aliurakoitsijan työnjohtajat toteavat tasoitettavien alustojen ja työskentelyolosuhteiden kelpoisuuden:

- alustan toleranssit
- alustan ja ilman suhteellinen kosteus
- alustan ja ilman lämpötila
- betonipintojen jälkitöiden valmiusaste
- muut edellytykset töiden aloitukselle

Katselmuksesta tehdään kirjallinen muistio ja merkintä työmaapäiväkirjaan. Kun aliurakoitsija hyväksyy työkohteen, siirtyy vastuu hänelle. Liitteessä 4 on esitetty Hakan malli ontelolaatan katselmuspöytäkirjasta. Katselmuksessa todettujen puutteiden paikallistamisessa voidaan käyttää apuna ruutupiirrosta, joka voi olla esim. huonekohtainen.

#### 3.2.1 Alustan toleranssit

Keväällä 1993 ilmestyneessä Suomen Betoniteollisuuden keskusjärjestön julkaisussa "Betonielementtien toleranssit" on esitetty elementtirakenteiden valmistus- ja rakentamistoleranssit (taulukko 11). Julkaisua sovelletaan silloin, kun toimitussopimuksessa on niin sovittu. Muussa tapauksessa noudatetaan RT-ohjekortin 02-10102 "Betonirakenteiden toleranssit" vaatimuksia (taulukko 12). RT-ohjekorttia sovelletaan joka tapauksessa paikallavalurakenteisiin.

Paikallavalurakenteissa suositellaan asuin- ja toimistorakennuksissa käytettäväksi luokan 2 vaatimuksia. Toleranssiluokka on mainittava suunnitelmissa tai sopimusasiakirjoissa. Lattiatasoituksen kannalta oleellisia toleransseja ovat saumojen hammastukset, pintojen kaltevuudet ja aaltoilut.



Taulukko 11. Ontelolaattavälipohjan valmistus- ja rakentamistoleranssit.

Valmistustoleranssit	
Mittauksen kohde	Normaaliluokka / mm
Pituus (L)	$\pm 15$ tai $L/1000$ *)
Paksuus (h)	$\pm 5$ tai $h/40$ *)
Leveys (b) - kokonainen laatta - kavennettu laatta	+0; -6 $\pm 20$
Sivukäyryys (a)	$\pm L/1000$ , enintään $\pm 10$ mm
Pään kulmapoikkeama (p)	$\pm 10$
Taipuma ennen asennusta ( $\Delta d$ )	$\pm 6$ tai $L/1000$ *)
Yläpinnan aaltoilu poikkisuunnassa (y) (koskee laattoja $h \leq 300$ mm)	10
Teräsosat (t), tehtaalla asennetut	$\pm 20$
Reiät ja varaukset (t) - teko tuoreeseen betoniin - teko jälkikäteen	+50; -0 $\pm 15$
Rakentamistoleranssit	
Sivusijainti	$\pm 20$
Sauman leveys	+15; -5
Korkeusasema tuella	$\pm 15$
Tukipituus ( $l_s$ )	-25
Yläpinnan poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta 2 m mittauspituudella	$\pm 15$

\*) lukuarvoista valitaan suurempi

Toleransseja selventävät piirrokset on esitetty liitteessä 2.



Taulukko 12. Paikallavaletun välipohjan valmistus- ja rakentamistoleranssit.

Valmistustoleranssit			
Mittauksen kohde	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3
Pituus	F	G	H
Poikkileikkaus	G	H	H
Sivukäyryys ja aaltoilu	F	G	H
Kulmapoikkeama	F	G	H
Poikkeama lasketusta taipumasta	F	G	H
Rakentamistoleranssit			
Sivusijainti perussuorasta	20	30	40
Sauman leveys	± 5	± 10	± 15
Sauman hammastus ala- ja yläpinnassa	E	F	G
Yläpinnan poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta 2000 mm:n mittauspituudella	10	15	20
Korkeusasema tuella	± 10	± 15	± 20

Katso mittauspituudesta riippuvat suurimmat sallitut poikkeamat kuvasta 1. (s.11)

Tasoitettavan lattiapinnan laatuvaatimuksia on lisäksi esitetty Suomen Betoniyhdistyksen julkaisussa BY 31 "Betonilattiat. Luokitus-, päällystettävyyys-, suunnittelu- ja rakentamisohjeet 1989". Ohjeessa esitetyistä laatuluokista käytetään tasaisuusluokkia B ja C tasoitettaville lattioille. Asuntojen, toimistojen ja muiden päällystettävien lattioiden laatuluokka on yleensä C-4-30, missä numero 4 viittaa lattian kulutuskestävyyteen ja numero 30 betonin lujuusluokkaan.

Taulukko 13. Betonilattian laatuvaatimukset.

Mittauksen kohde	Mittauspituus mm	Suurin sallittu poikkeama mm	
		Luokka B	Luokka C
Hammastus		1	1
Poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta	max 200 max 700 max 2000 max 7000 yli 7000	3 6 10 14 20	4 8 14 20 28



### 3.2.2 Työskentelyolosuhteet

Tasoitustyökohteen sisäilman lämpötilan ja alustan lämpötilan tulee olla riittävä ennen töiden aloittamista. Käsleinlevitettävien ja pumpattavien lattiatasoitteiden minimilämpötila vaihtelee  $+5^{\circ}\text{C} \dots +10^{\circ}\text{C}$ :n välillä. Käyttöolosuhteet tulee tarkistaa tuotekohtaisesti.

Tasoitustyön aikana ja vuorokausi sen jälkeen on vältettävä lattiapinnalle syntyvää vetoa, minkä jälkeen voidaan tuulettaa normaalisti. Kuivatuksen aikana pidetään ilman suhteellisen kosteuden tavoitearvona 50%:a ja ilman lämpötilan tavoitearvona  $+20^{\circ}\text{C}$ :tta.

Lattiat tulee imuroida ennen töiden aloittamista huolellisesti, minkä jälkeen tilat suljetaan liikenteeltä.

### 3.2.3 Betonipintojen jälkitöiden valmiusaste

Ennen tasoitustyön aloittamista tulee seuraavien seikkojen olla kunnossa:

- ontelolaattojen saumat valettu umpeen
- valuroiskeet ja muut kohoumat irrotettu betonipinnasta
- seinien vierustat hiottu
- kolot ja aukot tukittu, jottei nestemäinen tasoite valu onteloihin
- pinnan aaltoilu ja saumavalut etuoikaistu
- betonilaatan heikko pintakerros ja sementtiliima hiottu pois
- pinnoista on poistettu öljy, lika ja rasva
- vanhoista lattioista poistettu: maali, bitumi- ja sulfaattiliimat, kipsitasoite ja muut heikot tasoitekerrokset
- alustassa olevat naulat poistettu ja muut metalliosat ruostesuojattu

### 3.2.4 Muut edellytykset töiden aloitukselle

Käytettäessä itsetasoituvia massoja tulee alustat käsitellä tartuntaa parantavilla pohjustusaineilla. Myös käsleinlevitettävien tasoitteiden alla on syytä käyttää pohjustusaineita, mikäli epäillään tartunnan riittävyyttä.



Käytettäessä itsetasoittuvia massoja erotetaan huoneet toisistaan reunaesteillä eli toppareilla. Myös aukkojen reunat rajataan esteillä. Toppareiden tulee kestää pumppausletkun liikkeistä aiheutuvia kuormia.

3.3 Loppukatselmus

Rakennustöiden yleisissä laatuvaatimuksissa -90 on määritelty tasoitettun lattian suoruusvaatimukset.

Taulukko 15. Tasoitettun lattian tasaisuusvaatimukset.

Mittauksen kohde	Mittauspituus mm	Suurin sallittu poikkeama mm	
		Luokka 1	Luokka 2
Hammastus		0	0
Tasoitettu lattia	2000	± 3	± 4

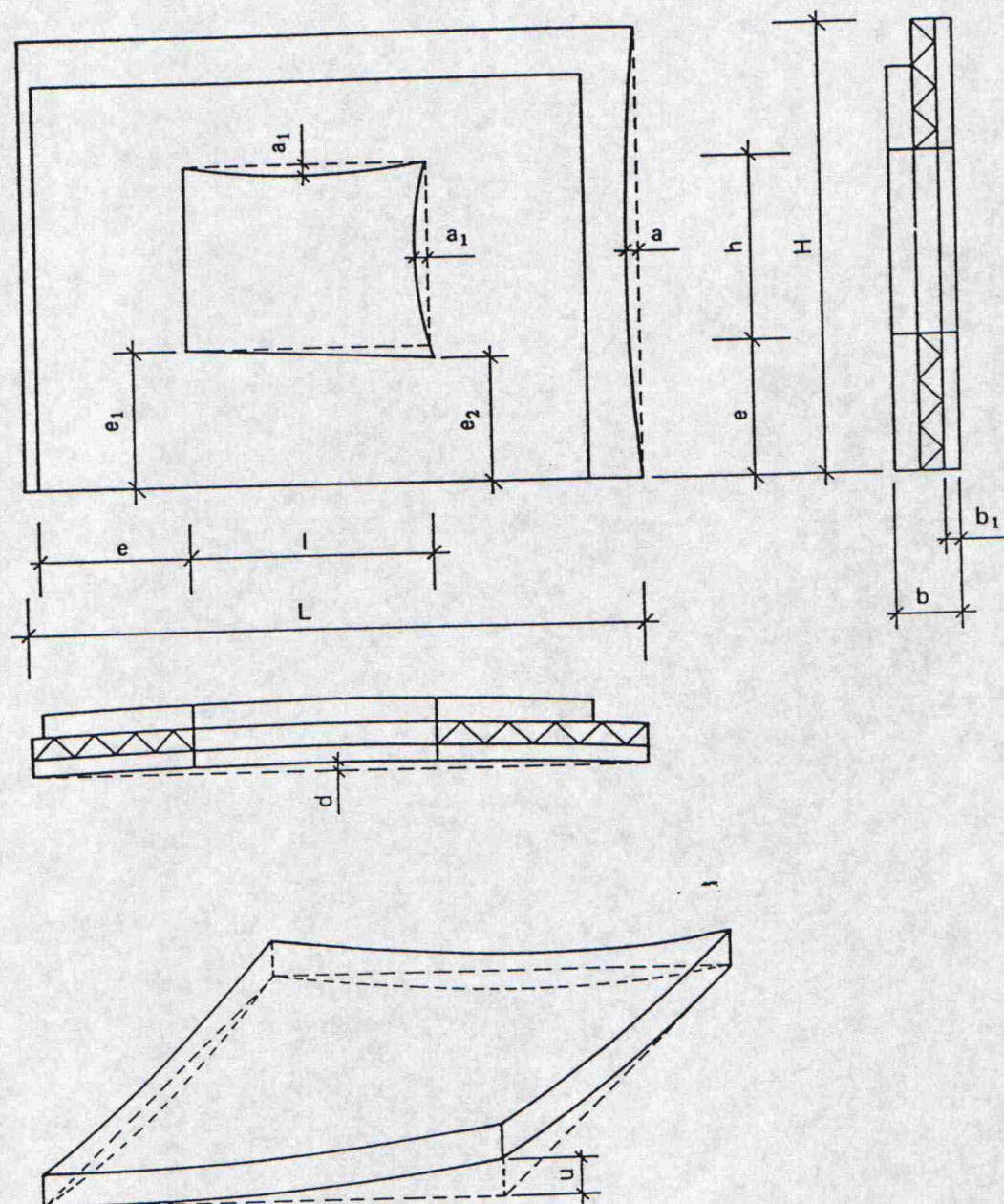
Loppukatselmuksessa todetaan, täyttääkö valmis tasoitepinta sopimusasiakirjoissa määriteltyt laatuvaatimukset. RYL-90:ssa esitettyjen tasaisuusvaatimusten toteamiseen käytetään ohjekortissa RT 14-10373 "Tasaisuuden mittaus" esitettyä menetelmää, jossa lattian suoruus tarkistetaan mittalaudalla ja kiilalla (liite 5). Mikäli lattian tasaisuudesta syntyy erimielisyyksiä, tulee tarkistusmittausten mittalinjat ja tulokset esittää Hakan tasaisuuden mittauspöytäkirjassa (liite 6).



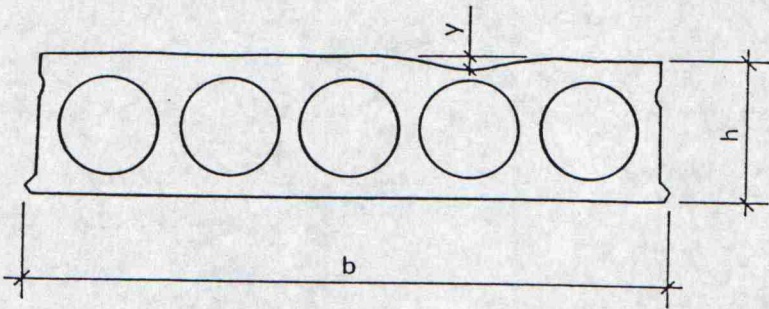
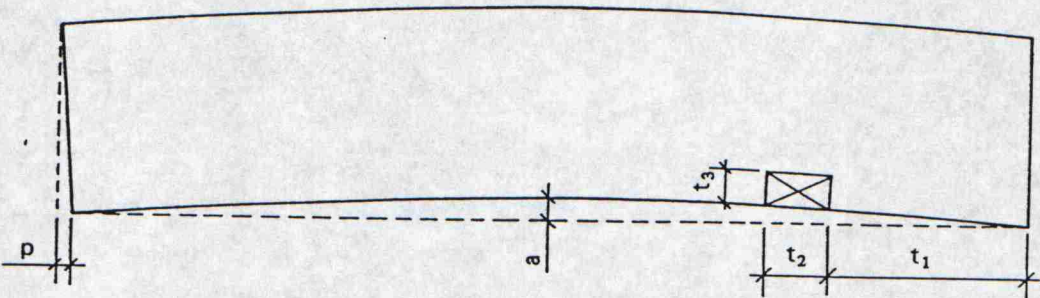
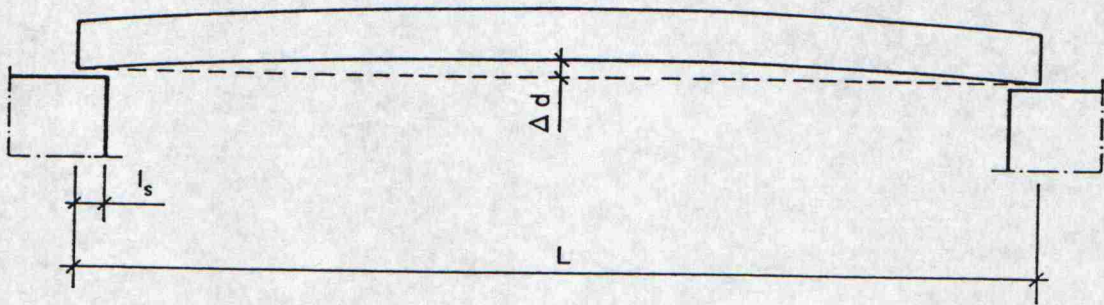
**Liiteluettelo**

- LIITE 1** Piirros elementtiseinien mitattavista suureista.
- LIITE 2** Piirros ontelolaattojen mitattavista suureista.
- LIITE 3** Betonipintojen laatuluokituksen esimerkkivalokuvat.
- LIITE 4** Ontelolaataston katseluspöytäkirja.
- LIITE 5** RT 14-10373 "Tasaisuuden mittaus".
- LIITE 6** Valmiiden pintojen tasaisuuden mittauspöytäkirja.



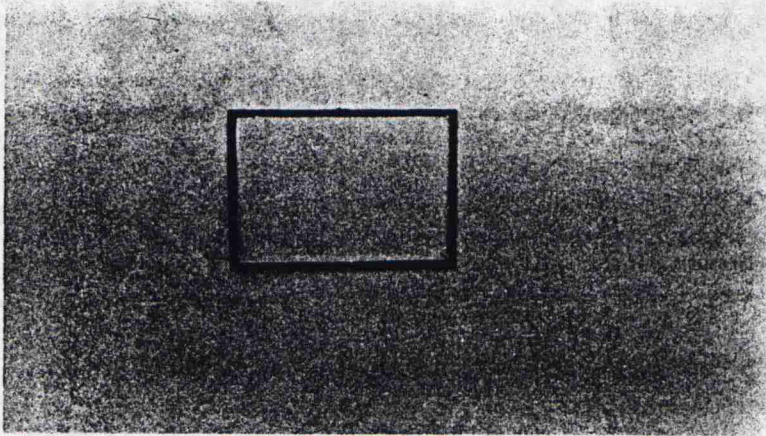




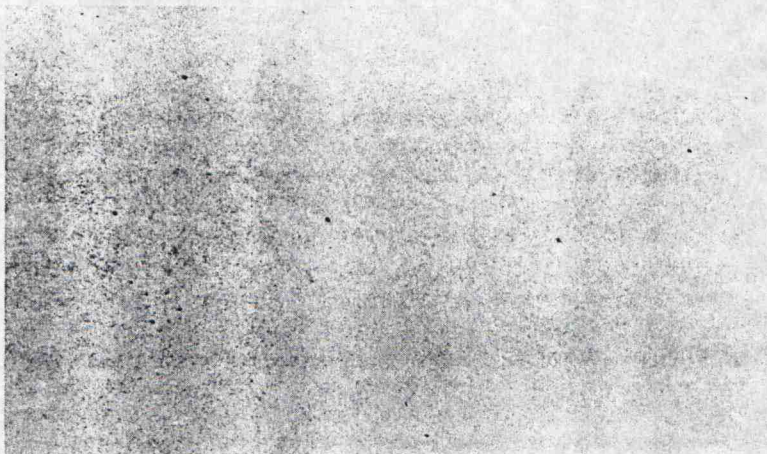




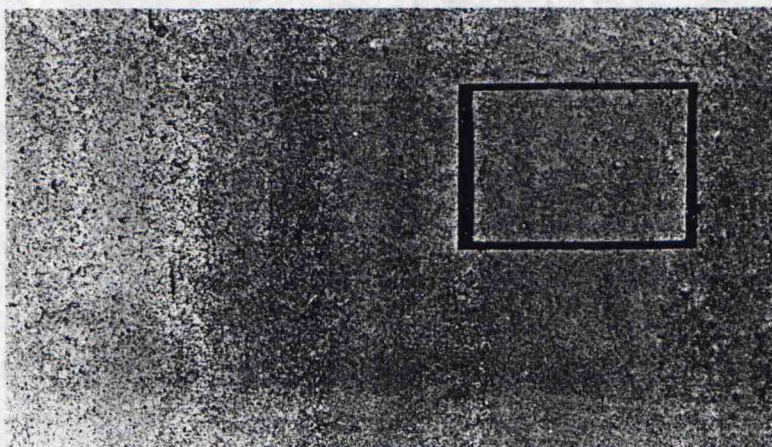
**Kuva 1.** E-luokan pinta, teräsmuotti, mittakaava 1:4.



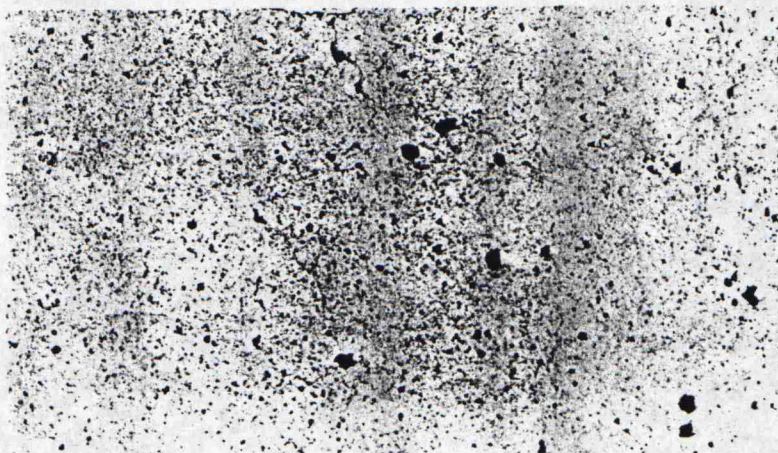
**Kuva 2.** Yksityiskohta kuvasta 1, mittakaava 1:1.



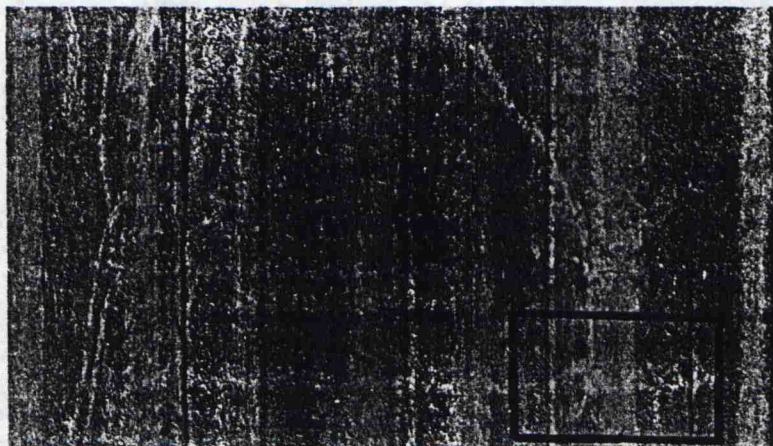
**Kuva 3.** 2-luokan pinta, teräsmuotti, mittakaava 1:4.



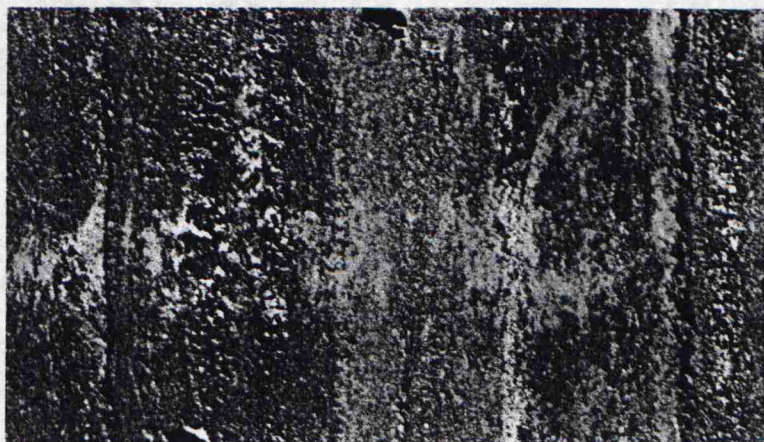




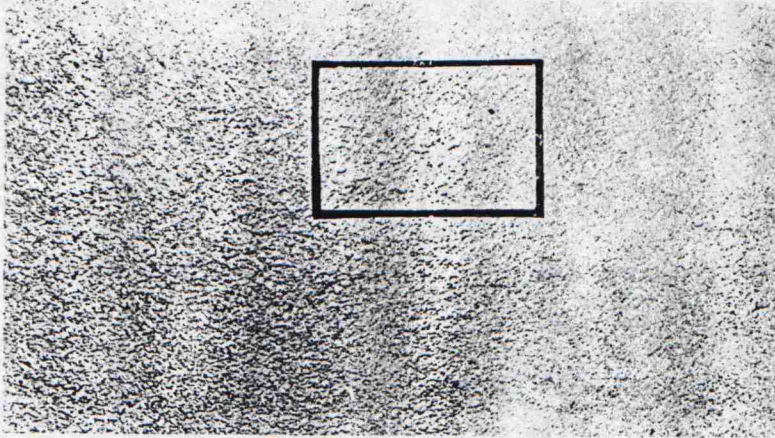
**Kuva 5.** 2-luokan pinta, lautamuotti, mittakaava 1:4.



**Kuva 6.** Yksityiskohta kuvasta 5, mittakaava 1:1.







**Kuva 8.** Yksityiskohta kuvasta 7, mittakaava 1:1.





Kohde

Pvm.

Läsnä

1. ONTELOLAATAT

Laattojen vastaanotossa havaitut asiat	OK	HUOMAUTETTAVAA
<div><div>- Merkinnät</div><div>- Nostokannakset</div><div>- Eriste (eristetyt laatat)</div><div>- Valutulpat</div><div>- Reikien ja varausten koko ja sijainti</div></div>		
Laattojen alapinta	OK	HUOMAUTETTAVAA
<div><div>- Kaarevuudet</div><div>- Laattojen kaarevuuserot</div><div>- Viisteet</div><div>- Vesireiät</div><div>- Pinnan laatu (BY 13 lk 2)</div></div>		
Laattojen yläpinta	OK	HUOMAUTETTAVAA
<div><div>- Kaarevuudet</div><div>- Laattojen kaarevuuserot</div><div>- Aaltoilu</div><div>- Paksuuserot</div><div>- Tiiveys</div></div>		



Laattojen asennus	OK	HUOMAUTETTAVAA
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tukipituudet</li> <li>- Saumojen hammastus alapinnassa               <ul style="list-style-type: none"> <li>- tuella</li> <li>- keskellä</li> </ul> </li> <li>- Saumojen leveys</li> <li>- Laataston yläpinnan poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta</li> <li>- Sivusijainti</li> <li>- Korkeusasema tuella</li> </ul>		
Saumaustyö	OK	HUOMAUTETTAVAA
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiiveys</li> <li>- Tasaisuus</li> </ul>		

## 3. LATTIATASOITUSTYÖT

Tasoitustyön aloituskatselmus	OK	HUOMAUTETTAVAA
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tasoiteseinän paikka</li> <li>- Sähkö</li> <li>- Lämmin vesi ja vedenpaine</li> <li>- Ilman ja alustan lämpötila</li> <li>- Alustan puhtaus</li> <li>- Edellisten työvaiheiden valmius</li> <li>- Topparit</li> </ul>		



This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is no handwriting or other markings on the paper.

## Allekirjoitukset

---

---

---

---





# ONTELOLAATASTON KATSELMUSPÖYTÄKIRJA

PVM: \_\_\_\_\_

Kohde:\_\_\_\_\_

Kerros/huoneisto:\_\_\_\_\_

LÄSNÄ

Haka Oy:n edustaja:\_\_\_\_\_

Elementtiasennusmestari:\_\_\_\_\_

Ontelolaattatoimittajan edustaja:\_\_\_\_\_

Tasoteurakoitsijan edustaja:\_\_\_\_\_

Lattia ☐      Katto ☐

A blank grid paper with a 10x10 grid of squares. The grid is defined by black lines. On the left side, there is a vertical scale bar with the number '1200' next to it. At the bottom left, there is a horizontal scale bar with the number '1200' below it.



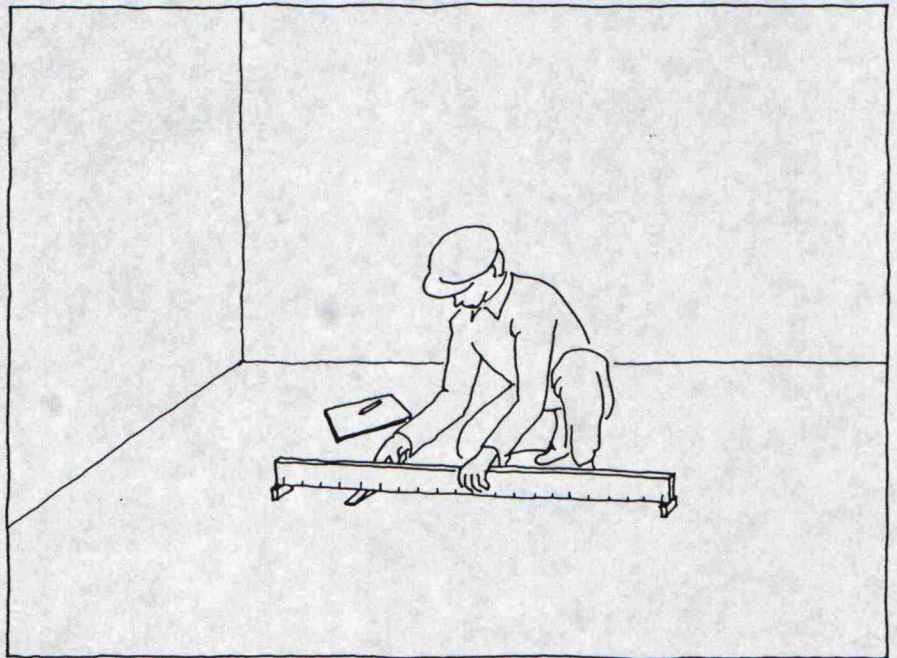
## TASAISUUDEN MITTAUS

mittausmenetelmä, tasaisuus  
mätning, jämnhet  
measuring, flatness

*Tässä RT-kortissa esitetään rakennusten pintakerrosten valmiiden pintojen tai pinnoitteiden alustojen tasaisuuden mittaamiseen käytettävä menetelmä.*

### SISÄLLYSLUETTELO

- 1 JOHDANTO
  - 2 KÄSITTEITÄ
  - 3 MITTAUSMENETELMÄ
  - 4 ESIMERKKI MITTAUKSESTA
- KIRJALLISUUTTA



### JOHDANTO

Tässä RT-ohjekortissa esitetty mittausmenetelmä on kehitetty Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset RYL 90 -kirjan laadintöiden yhteydessä. Mittausmenetelmä on tarkoitettu rapattujen, tasoitettujen ja laatoitettujen pintojen, parkettipintojen sekä muovimatto-, linoleumi-, vinyylilaatta-, korkkimatto ja tekstiilipäällysteisten pintojen tasaisuuden mittaamiseen.

Tasaisuuden toleranssien lukuarvot on esitetty Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset -kirjan RYL 90:n luvuissa 26 'Rappaukset', 27 'Tasointyöt', 30 'Parkettityöt', 39 'Laatoitustyöt', 40 'Luon-

nonkivityöt', 45 'Lattianpäällystys tekstiilipäällysteestä', 46 'Lattianpäällystys muovipäällysteestä', 48 'Lattianpäällystys linoleumista' ja 49 'Lattianpäällystys korkkipäällysteestä'. RYL90:ssä esitetyt vaatimukset sovelletaan uudisrakentamiseen.

Kyseisiä toleransseja ei voi soveltaa esimerkiksi suoraan kulutuspintana oleviin betonilattioihin (toleranssit ovat julkaisussa BY 12 Betonilattiat, luokitusohjeet ja päällystettävyysohjeet), urheilutilojen lattioihin (toleranssit on esitetty RT-kortissa RT 84-10090) eikä peruskorjaustyöhön kuuluvien vanhoihin seinä-, katto- ja lattiapintoihin. Esijännitettujen laattojen kaarevuus on otettava huomioon ja

etuoikaisuissa ja toleranssien lukuarvoja määrättäessä.

Hyvään lopputulokseen pääsemiseksi jokaisen eri työvaiheen on täytettävä sille asetetut suunnitelmien mukaiset suuruus- tai kaltevuusvaatimukset. Rakennuksen rungon mittapoikkeamiin sovelletaan rakennuksen rungon toleransseja. Betonirakenteiden toleranssit on esitetty RT-ohjekortissa RT 02-10102 'Betonirakenteiden toleranssit'.

Rakennusosan pinta voidaan rakennuskohteen osapuolien niin sopiessa hyväksyä toleranssien ylittymisestä huolimatta, jos siitä ei aiheudu teknistä tai ulkonäköä heikentävää haittaa.

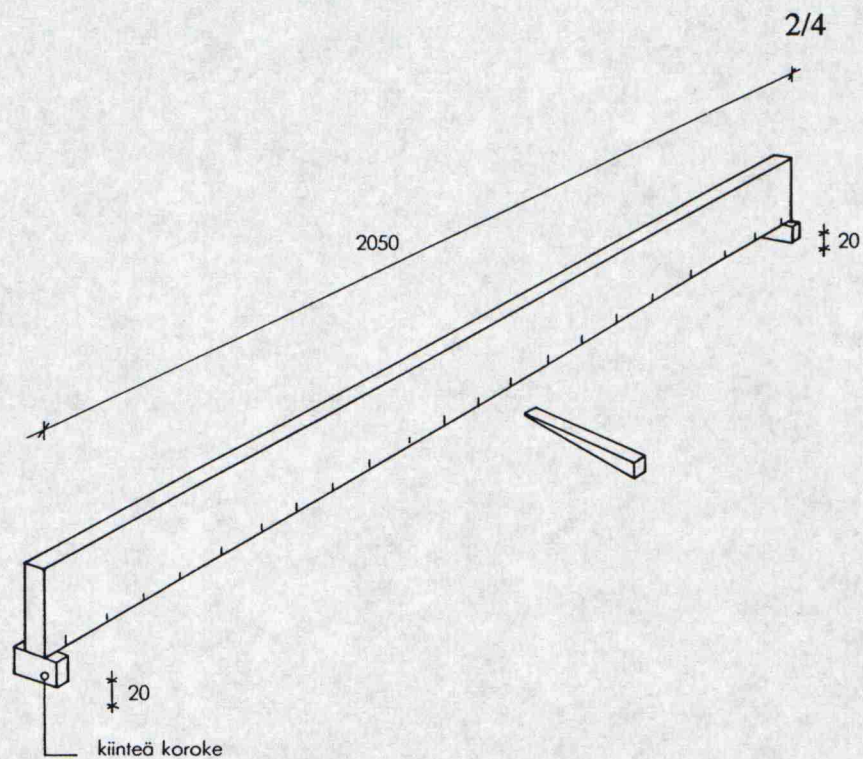


Tällaisia haittoja voivat olla esimerkiksi kalusteen ja seinän väliseen saumaan tuleva rako tai epätasainen seinä- tai kattopinta sivuvalossa, johon muodostuu varjoja ikkunan lähellä, tai häiritsevä hammastus. Kosteiden tilojen lattiakallistuksien toteutuksessa on tärkeää, että vesi valuu lattiakaivoihin eikä haitallisia lammikoita muodostu.

Tässä RT-kortissa esitettävällä mittaus tavalla tehtävään tasaisuuden tarkasteluun piiriin kuuluvat satunnaiset mittavirheet, joiden syinä ovat rakennusaineiden fysikaaliset ominaisuudet tai työmenetelmistä, -välineistä tai -suorituksesta aiheutuneet epätarkkuudet.

Kyseisellä mittausmenetelmällä ei mitata mittapoikkeamia, joiden syinä ovat:

- karkeat mittavirheet, joiden syynä on suunnittelu- tai valmistusvirhe.
- systemaattiset mittavirheet, joiden syynä voi olla esimerkiksi virheellinen mittausväline tai -menetelmä. Systemaattinen virhe ilmenee mittausten keskiarvon poikkeamana. Systemaattisia virheitä voi välttää tekemällä tarkistusmittauksia.



Kuva 1.  
Mittalauta ja kiila

## 2 KÄSITTEITÄ

**Mittalauta:** alumiinista tehty lauta, jonka koko on 2050mm x 100mm x 20mm, ja sen kumpaankin päähän alapinnalle on kiinnitetty 20 mm:n koroke, ks. kuva 1. Mittalaudasta pyritään tekemään kevyt, jotta sitä olisi helppo käyttää seinien ja kattojen tasaisuuden mittaamisessa.

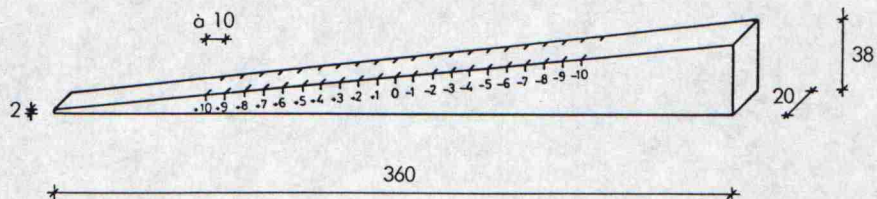
**Kiila:** 360mm pitkä kiila, joka on toisesta päästä 2mm ja toisesta päästä 38mm korkea ja jonka leveys on 20mm. Se tehdään esimerkiksi alumiinista tai puusta, jonka kosteuseläminen on mahdollisimman vähäistä, kuten koivusta tai tamesta.

Kiilan ylä- ja sivupinnoille on merkitty millimetriasteikko niin, että 0-viiva tulee kiilan pituuteen nähden keskeisesti. Kiila on kulumiselle altis, jonka vuoksi siinä on kulutuspinnta lakkaus tai vaihdettava tarramuovi. Ks. kuva 2.

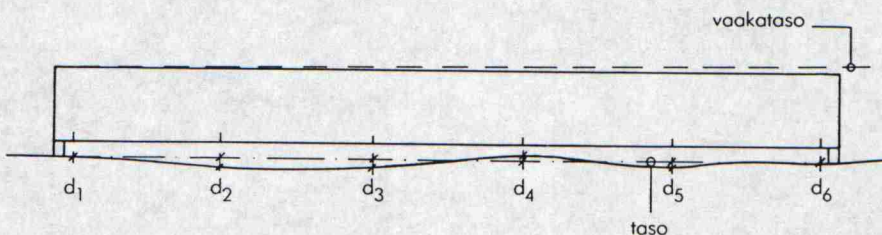
**Toleranssi:** (rakentamistoleranssi) valmiin rakennusosan tietyin mitan vaihtelun sallittu suuruus

**Poikkeama:** valmiin rakennusosan pinnanmuodon kohtisuora poikkeama mittalaudan kulloisenkin aseman mukaisesta tasosta, ks. kuva 3.

**Rakennuksen runko:** paikalla rakennettu tai teollisesti rakennuspaikalle rakennus-elementeistä koottu. Rakennuksen runkoon kuuluvat kantavina rakennusosina pilarit ja palkit, kantavat seinät tai niiden yhdistelmä, ala- ja välipohja(t) sekä yläpohja. Rakennuksen runko kuuluu Talo 80 -rakennusosanimikkeistön pääryhmiin 2 ja 3.



Kuva 2.  
Kiila, mittakaava 1:5



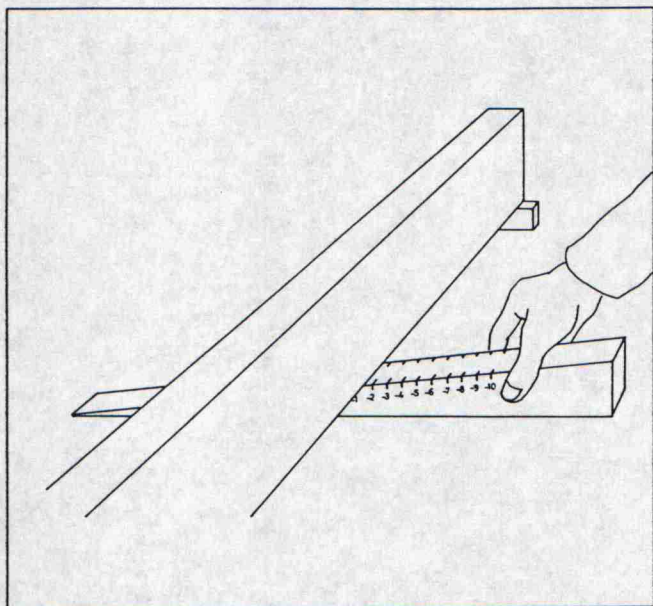
Kuva 3.  
Poikkeama  $d_1 \dots d_6$ . Mittausmenetelmällä mitataan tasaisuutta, ei vaak- tai pystysuoruuksia tai nimelliskaltevuutta

**Pintakerros/pintaverhous:** seinien, pilarien, alapohjan yläpinnan, välipohjien pinnoille tai yläpohjan alapinnalle tehtävä rappaus, tasoitus tai laatoitus, joka on lopullinen pinta. Pintakerros/-verhous- ja tasoite- ja maalaustyöt, jotka tehdään runkorakenteista erillisenä työvaiheena kuuluvat Talo 80 -nimikkeistön pääryhmään 5 Päälysteet.

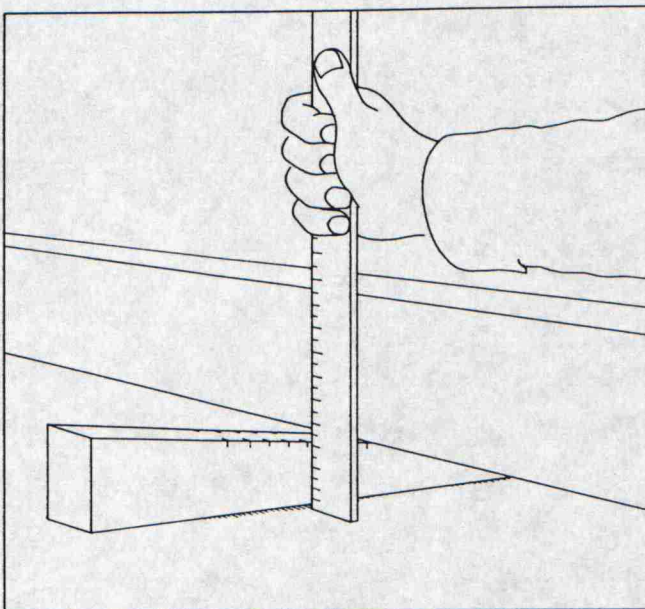
**Etuoikaisu:** rakennuksen rungon pintojen tasoittaminen rappauksella tai tasoitteilla niin, että rakennuksen runkoa koskevat toleranssit täyttyvät.

**Hammastus:** pinnan saumakohdassa oleva tasopoikkeama.

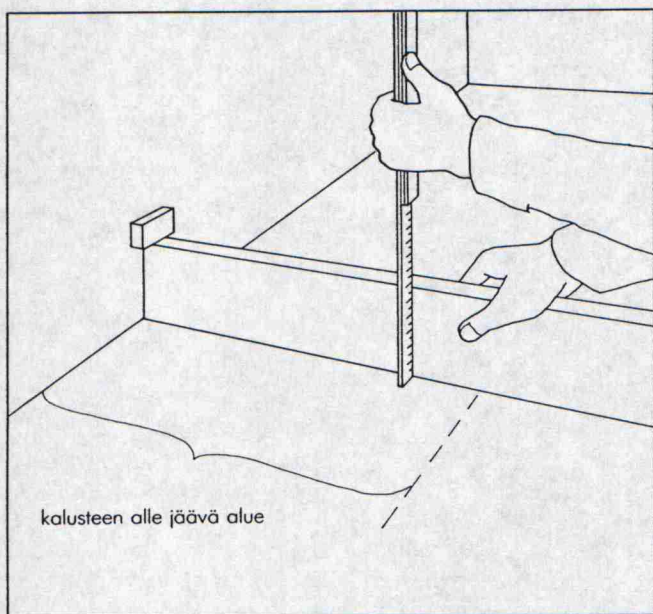




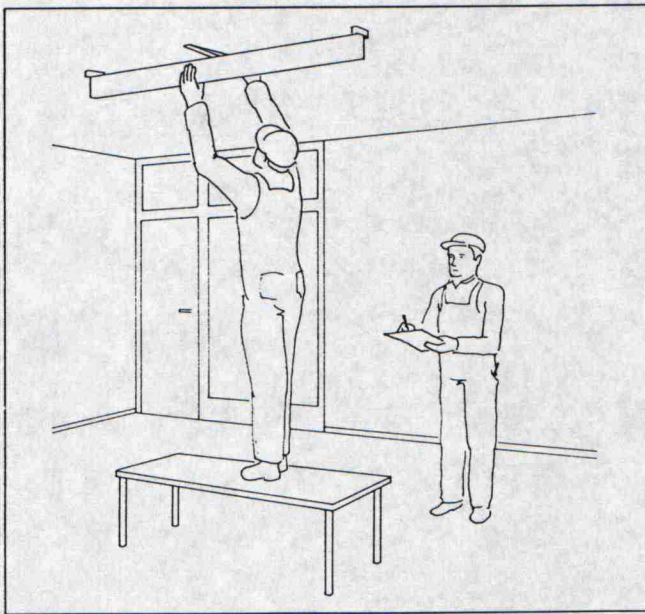
Kuva 4.  
Tulokseksi tässä on saatu -1,5 mm, joka pyöristetään -2 mm:iin



Kuva 5.  
Mittakiilan oletetaan olevan koko matkaltaan kiinni mitattavalla pinnalla. Jos kiila on joltakin osin alustaltaan koholla, kiilan alla oleva mittapoikkeama lisätään kiilalla saatuun mittapoikkeamaan



Kuva 6.  
Lattian tasaisuutta seinän vierestä voidaan arvostella asettamalla mittalauta lattialle kohtisuoraan seinää vastaan siten, että laudan yläpinta on alaspäin ja tarkastellaan, onko lauta kiintokalusteen alle jäävällä alueella koko matkaltaan kiinni alustassaan



Kuva 7.  
Seinien ja kattojen tasaisuuden mittaamisen voi tehdä kaksi henkilöä, toinen mittaa ja toinen merkitsee muistiin mittaustulokset

### 3 MITTAUSMENETELMÄ

Mittauksessa käytetään mittavälineinä mittalautaa ja -kiilaa. Mittalauta asetetaan mitattavalle pinnalle korokkeiden varaan ja kiila työnnetään pinnan ja laudan väliin haluttuihin kohtiin, jolloin tasaisuuspoikkeaman voi lukea kiilassa olevalta asteikolta, ks. kuva 4. Mittauksen voi tehdä toleranssin ylittämän poik-

keaman löytämiseksi koko pinnan osalta halutulla tavalla. Mittapoikkeamia esiintyy yleisimmin saumojen kohdalla sekä lattia- ja seinäpinnoilla lähellä niiden liittymäkohtaa.

Lattia-, seinä- ja kattopinnoilla sekä sellaisilla alueilla, jotka liittyvät kalusteisiin, toisiin pintoihin yms. erityistä tarkkuutta vaativalla tavalla, mittapoikkeamat voidaan mitata pienemmällä tole-

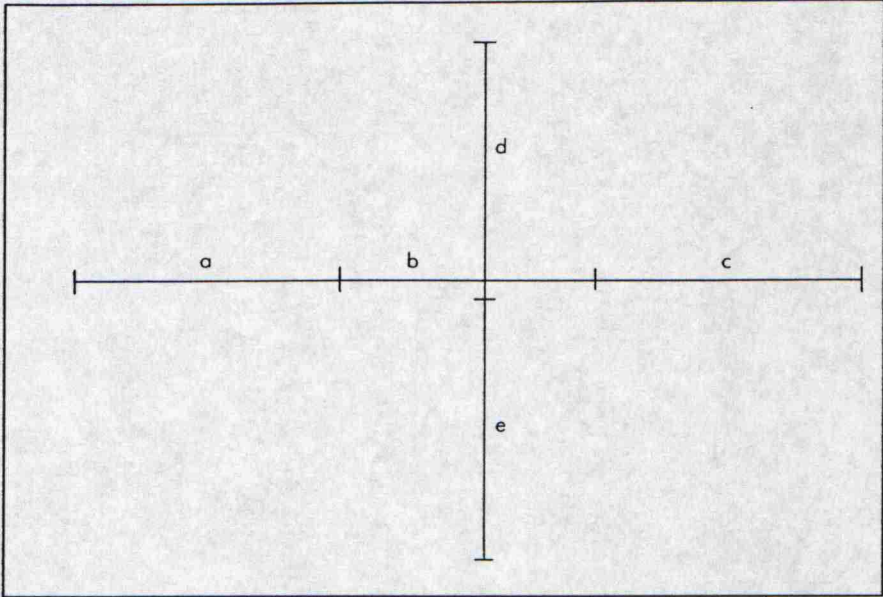
ranssilla kuin muualla ko. pinnalla, ei kuitenkaan pienemmällä toleranssilla kuin  $\pm 2$  mm.

Jos kahden metrin mittainen mittalauta ei mahdu mitattavalle pinnalle, voidaan käyttää esimerkiksi metrin mittaista mittalautaa. Tällöin toleranssien lukuarvot on kerrottava 2/3:lla. Saadut luvut sekä mittapoikkeamat pyöristetään lähimpään kokonaislukuun 1 mm:n tarkkuudella.



4 ESIMERKKI MITTAUKSESTA

Kysymyksessä on tasoihteella käsitelty katto, jonka tasaisuustoleranssi on  $\pm 3\text{mm}$ . Katto on mitattu kuvan 8 mukaan. Kuvassa olevat janat a, b, c,... esittävät kohtia, joihin mittalauta on asetettu. Tässä tapauksessa pinta mitattiin kahdella toisiaan kohtisuorassa olevalla linjalla. Taulukkoon 1 on merkitty sarakkeisiin mitaukset a, b, c,... Mitauuskohdat on otettu systemaattisesti 400mm:n välein.



Kuva 8.  
Tasaisuuden mittaaminen, esimerkkinä on tasoihteella käsitelty katto

Kirjallisuutta

RT02-10050 Rakentamistoleranssit, toleranssien määritelmät

RT02-10102 Betonirakenteiden toleranssit

BY12 Betonilattiat, luokitusohjeet ja päällystettävyysohjeet

Kaarlo Haarnoja: Rakentamisen mittapoikkeamat ja betonirakentamisen toleranssit. Helsinki 1980, 31 s., kuv.

RA 83 Hus, Råd och anvisningar till Hus-AMA 83. Tukholma 1986, 413 s.

Taulukko 1.

Asunto Oy:n huoneen 214 katon mittauksessa tehty taulukko. Yhdessä mittauksessa toleranssiraja on alitettu

Mittalaudan sijainti	Mittauskohta					
	0	400	800	1200	1600	2000
a	0	+1	-1	0	+1	0
b	0	-2	-3	-3	-2	-1
c	-1	-2	-3	-4	-2	-1
d	0	0	-1	-1	-1	-2
e	-1	0	-1	-1	0	0



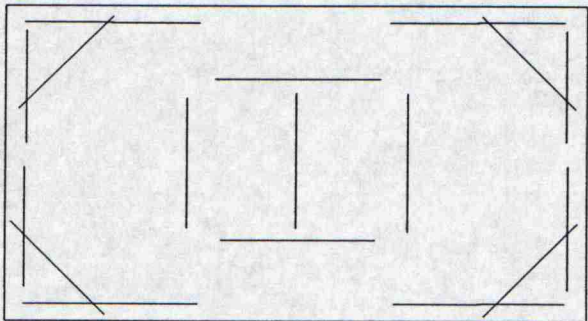


# TASAISUUDEN MITTAUSPÖYTÄKIRJA

PVM: \_\_\_\_\_  
Kohde: \_\_\_\_\_  
Kerros/huoneisto: \_\_\_\_\_

LÄSNÄ  
Hakan edustaja: \_\_\_\_\_  
Tasoteurakoitsijan edustaja: \_\_\_\_\_

Lattia ☐  
Katto ☐  
Seinä ☐



Piirros  
mitt.linjojen  
sijainnista

Mittalinja	0	500	1000	1500	2000	Mittalinja	0	500	1000	1500	2000
A						J					
B						K					
C						L					
D						M					
E						N					
F						O					
G						P					
H						Q					
I						R					



Vasa Penttala